UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
TRUJILLO - PERU

Arnaldoa

11(1)

Revista del Museo de Historia Natural

Junio, 2004

UNIVERSIDAD PRIVADA «ANTENOR ORREGO»
TRUJILLO - PERÚ

El Museo de Historia Natural de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo tiene la misión de investigar y dar a conocer la diversidad biológica y cultural del Perú, a objeto de preservar e incrementar la vida.

Arnaldoa 11(1)

Revista del Museo de Historia Natural Junio, 2004

(C) 2004 - Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo
Derechos Reservados conforme a Ley

Toda correspondencia relativa al Museo de Historia Natural y/o revista Arnaldoa, debe dirigirse a:

Apartado 1001
Trujillo - Perú
E-mail:asagasteguia@upao.edu.pe

CARATULA: Fotografía de ***Arnaldoa weberbaueri*** (Asteraceae)
Foto: M.O.Dillon (c)

Diseño, Diagramación e Impresión: GRAFICART S.R.L. Jr. San Martín 375 - Telefax: 044-297481 - Trujillo

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Rector	:	Dr. Guillermo Guerra Cruz
Vicerrector Académico	:	Dr. Carlos Lescano Anadón
Vicerrector Administrativo	:	Dr. José Veneros Chávez

MUSEO DE HISTORIA NATURAL

Director	:	Dr. Abundio Sagástegui Alva
Jefe de Colecciones	:	Blga. Carolina Tellez Alvarado
Técnico	:	Blgo. Mario Zapata Cruz

COMITE EDITOR

Dr. Abundio Sagástegui Alva
Blga. Carolina Tellez Alvarado
Blgo. Mario Zapata Cruz

EDITORES ASESORES

Dr. Jorge V. Crisci
Museo de La Plata
Paseo del Bosque s/n 1900
La Plata, Argentina
E-mail:jcrisci@netverk.com.ar

Dr. Michael O. Dillon
The Field Museum
Chicago, IL 60605-2496, U.S.A.
E-mail:dillon@fieldmuseum.org

CONTENIDO

7 Biopurificación y Ecología de ***Artrhospira platensis*** (Nordstedt) Gomont en las lagunas de oxidación de Punta Hermosa, Lima, Perú

N. CARRASCO A. & H. MONTOYA T.

25 ***Coreopsis gracilis*** (Asteraceae: Heliantheae), una nueva especie del Norte de Perú

A. SAGÁSTEGUI & I. SÁNCHEZ

29 A new species of ***Astragalus*** (Leguminosae-Papilionoideae) from Bolivia with peculiar xerophytic adaptation

E. GÓMEZ-SOSA & M.A. CASTRO

45 Sinopsis del género ***Quiina*** Aubl. (Quiinaceae) para el Perú

J. V. SCHNEIDER

75 Notas sobre el género ***Masdevallia*** (Orchidaceae) en San Pedro de Carpish, Huánuco, Perú

D.M. TRUJILLO

85 Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: I. El Concepto de Bosques Secos en el Perú

R. LINARES-PALOMINO

103 Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: II. Fitogeografía y Composición Florística

R. LINARES-PALOMINO

139 Variabilidad morfológica y distribución geográfica del yacón, ***Smallanthus sonchifolius*** (Poepp. & Endl.) H. Robinson, en el Norte Peruano

J. SEMINARIO, M. VALDERRAMA & J. ROMERO

ENTOMOLOGÍA

161 Susceptibilidad larval a temefos en dos poblaciones de ***Aedes aegypti*** del Perú

J.C. CHÁVEZ, J. ROLDÁN & F. VARGAS

Arnaldoa
11(1): 7-24. 2004

Biopurificación y Ecología de *Artrhospira platensis* (Nordstedt) Gomont en las Lagunas de Oxidación de Punta Hermosa, Lima, Perú

NANCY CARRASCO A.
Departamento de Simbiosis Vegetal
Museo de Historia Natural. UNMSM
e-mail: nmcap69@hotmail.com

HAYDEE MONTOYA T.
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Ricardo Palma. Lima
Departamento de Simbiosis Vegetal
Museo de Historia Natural. UNMSM
e-mail: haymon@yahoo.com

Resumen

El manejo sostenible del recurso hídrico es indispensable para mantener su calidad y conservar los ecosistemas. El sistema de tratamiento de éstas aguas mediante lagunas facultativas primarias se ubica en la localidad de Punta Hermosa, 42 km al sur de Lima, en el desierto costero próximo al Océano Pacífico. Muestreos del afluente, efluente y de las lagunas para la evaluación físico química y biológica fueron realizados siguiendo la metodología estándar. Las lagunas tuvieron un pH entre 7,0 y 9,2, rango de temperatura de 19,5 – 30,8°C, la salinidad de 6 o/oo y oxígeno disuelto de 4 -10 mg/l. La demanda bioquímica de oxígeno del efluente fué de 15-24 mg/l, los sulfatos de 507 – 1059 mg/l y la reducción de los valores de los coliformes termotolerantes alcanzó a $1x10^5$ - $1x10^6$. Floraciones algales con dominancia de la cianofita filamentosa ***Artrhospira platensis***, especie alcalina y mesofílica, alcanzó densidades de 6,256 a 31,140 tricomas/ml. Según los niveles sapróbicos ***A. platensis*** es una especie mesosapróbica hacia polisapróbica. Interacciones con el fitoplancton, consumidores primarios y secundarios son reportadas. La distribución y utilización del efluente como aguas de irrigación para la reforestación del desierto costero demostró los roles ecológicos de sus colonizadores en la purificación y preservación del recurso hídrico.

Palabras claves: bioestabilización, lagunas, mesosapróbico, floraciones, oligoeurihalina.

Abstract

Biopurification and Ecology of ***Artrhospira platensis*** (Nordstedt) Gomont in Sewage Lagoons at Punta Hermosa, Lima, Perú.

The sustainable management of the hydric resource is required to to maintain its quality and conserve the ecosystems. Wastewater treatment system with facultative primary lagoons is located at Punta Hermosa, 42 km south of Lima at the coastal desert near to the Pacific Ocean. Samplings of the influent, effluent, and lagoons for physico chemical and biological evaluation were carried out following the standard methodology. The lagoons had pH 7,0 –9,2, temperature range of 19,5 – 30,8°C, salinity of 6 o/oo, and 4 – 10 mg/l dissolved oxygen. The biochemical oxygen demand of the efluent was 15 – 24 mg/l, the sulfate were 507 – 1059 mg/l , and reduction of thermotolerant coliform values to $1x10^5$ -$1x\ 10^6$. Blooms of the filamentous cyanophyte ***Artrhospira platensis***, alcaline and mesophilic species, reached densities of 6256 to 31,140 tricomas/ml. According to the saprobic levels ***A. platensis*** is an alpha mesosaprobic toward polysaprobic species. Interactions with phytoplankton and primary and secondary consumers are reported. Disposal and use of the effluent as irrigation waters for reforestation in the coastal desert showed the ecological roles of the colonizers in the purification and conservation of hydric resource.

Key words: biostabilization, lagoons, mesosaprobic, blooms, oligoeuryhaline.

Introducción

El agua es un recurso natural renovable, sin embargo el deterioro de su calidad por la contaminación asociada principalmente por las actividades humanas es un problema grave en la biósfera por las consecuencias medio ambientales y de salud pública

Las aguas residuales de origen doméstico e industrial en la ciudad de Lima, se recolectan en una única red de drenaje. En Lima se genera aproximadamente 564 millones de m^3 de aguas servidas de las cuales se tratan 24 millones de m^3 (4.2 %) empleando diversos sistemas de tratamientos como lagunas aereadas facultativas, lagunas de oxidación, sistemas de lodos activados, filtros percoladores y sistemas anaerobios - aerobios. El restante del caudal de aguas residuales no tratadas tiene por destino los ríos Rimac, Lurín y Chillón, campos agrícolas o van directamente al mar, siendo fuente de contaminación de áreas de cultivo, de los ecosistemas acuáticos ribereños y el litoral marino costero.

Las lagunas de oxidación extensivas diseñadas superficialmente, aereadas mecánicamente y de alta velocidad fueron desarrolladas por Oswald y Gotaas (1957). Este sistema estimuló el mayor crecimiento algal y la clarificación del efluente, alcanzando los estándares permisibles. De esta manera se reconoció la ventaja económica de

combinar la producción de la proteína algal con el tratamiento de las aguas residuales. ***Spirulina platensis*** es una cianofita de valor comercial y nutricional y ha sido empleada como organismo modelo en cultivos de biomasa exteriores, como fuente proteíca y de sustancias químicas, siendo llevada a la producción industrial en varios lugares del mundo como Israel, Tailandia, Taiwan, Estados Unidos (Richmond 1988). ***Spirulina platensis*** ha sido registrada en nuestro país para la laguna de Huacachina y Victoria en Ica y la laguna de Boza en Lima por Maldonado (1943).

La mayoría de las investigaciones realizadas en Perú relacionadas con éstos ecosistemas extremos han sido focalizadas en la bioecología de las microalgas que crecen en los sistemas de tratamiento de agua residuales. Vinces et al., (1971) reportó las algas unicelulares de las lagunas de bioestabilización de San Juan, Montoya (1985) evaluó las algas de las lagunas de oxidación de Ventanilla, Aalvitez et al., (1995) investigaron la flora algal y su frecuencia en las lagunas de bioestabilización de Trujillo y Franco et al., (1995) reportaron las algas de las aguas contaminadas del río Torata, Moquegua. La evaluación del tratamiento anaerobio-aerobio en las lagunas de San Pedro de Lurín, con la identificación de sus indicadores hidrobiológicos fue realizada por Yupanqui et al., (2001).

La presente investigación se realizó con la finalidad de determinar las condiciones físico-químicas y biológicas relacionados con la colonización de ***Artrhospira platenses,*** antes conocida como ***Spirulina platenses*** (Nordstedt) Geitler especie de importancia en la depuración de las lagunas de oxidación de Punta Hermosa y contribuir a la comprensión de su bioecología en ecosistemas acuáticos en nuestro litoral costero.

Material y métodos

Las lagunas de tratamiento de aguas residuales del distrito de Punta Hermosa se encuentran ubicadas a la altura del Km. 42 de la antigua Panamericana Sur. Se evaluaron las poblaciones planctónicas y las condiciones físico-químicos del medio acuático para lo cual se establecieron las estaciones de muestreo en el canal de ingreso (CI) próximo a la entrada de la planta (EP), en el canal de salida (SP) y en las lagunas (L1 y L2), tomándose 25 muestras entre 1997 y 2002.

Se evaluaron parámetros físicos-químicos y microbiológicos en cada estación siguiendo la metodología estándar (APHA, AWWA, WPEF, 1998). Para la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) expresada en mg/l, se empleo el método Iodo-métrico modificación azida. Los sulfatos fueron determinados por el método nefelométrico (mg/l). El análisis de coliformes termotolerantes mediante el método de los tubos múltiples, fue expresado en NMP/100 ml. El oxígeno disuelto fue registrado mediante un equipo YSA 700, el pH mediante pHmetro Orion 760, la salinidad (cloruro de sodio) mediante el salinometro (A.O. T/C), la temperatura del agua mediante ter-

mómetro de inversión(rango de -10 a 60 °C).

La evaluación cualitativa de las especies del fitoplancton y zooplancton fueron realizados mediante registros biométricos utilizando el ocular micrométrico y bibliografía especializada (Geitler 1932; Anagnostidis y Komarek 1988). La cuantificación de ***A. platensis*** en tricomas/ml se realizó con la cámara de Sedwick Rafter. La abundancia relativa (organismos/ml) del fito y zooplancton se determinó según la siguiente escala: + escaso: 1000 - 5000; ++ moderado: >5000; +++ abundante: <10,000; ++++ muy abundante: >10,000.

El diagnóstico de la calidad del agua basado en la capacidad del medio acuático para degradar la materia orgánica se realizó según el Sistema de los Saprobios propuesto por Friedrich (1990), para el grado de tolerancia a la salinidad se consideró el Sistema de Venice y el de Albrecht (1984).

Resultados

Area de Estudio

Las lagunas de oxidación fueron construidas con la finalidad de depurar las aguas residuales y de reforestar los arenales costeros centrales circundantes. La planta de tratamiento de aguas residuales se encuentra a cargo de la municipalidad del distrito de Punta Hermosa, existiendo cooperación del Servicio de agua potable y alcantarillado de Lima para la operación del sistema de tratamiento.

El agua que abastece el distrito de la Punta Hermosa es de origen freático y salobre. Las aguas residuales (afluentes) provenientes de esta localidad son colectadas y conducidas a una estación de bombeo (EB), ubicada a 2 Km. al este de las lagunas, donde pasan por un proceso de pre-tratamiento. En este nivel se recuperan sólidos gruesos y el material sedimentable. El desagüe pre-tratado es conducido mediante un colector primario a la entrada de la planta de tratamiento (EP) con un caudal de 4- 5 l/s y por un canal de ingreso (CI) de concreto se distribuye a los canales de repartición (CR) e ingresan (afluentes) a las lagunas de tratamiento primario (ver esquema).

El sistema de tratamiento de aguas residuales comprende de 2 lagunas primarias tipo facultativas (L1 y L2), dispuestas en paralelo, de forma rectangular construidas en sustrato afirmado de tierra. Las dimensiones de cada laguna son de 78 m de longitud, 48 m de ancho y 1,5 m de profundidad, con un área de 3744 m^2 y 5616 m^3 de volumen (Figs. 1 - 3).

Las aguas residuales de la localidad de Punta Hermosa ingresan al sistema de tratamiento con 30 - 40 % menos de carga por efecto del pre-tratamiento, la desarenación y consecuente depuración preliminar que ocurre durante el recorrido desde la estación de bombeo hacia las lagunas. El tiempo de retención medio es de 13 días que favoreció

la remoción de la carga orgánica y de patógenos. Los efluentes se emplean para irrigación de áreas costeras desérticas con fines de reforestación.

El factor eólico en esta zona acelera la evaporación de las aguas de las lagunas y aunado con las temperaturas altas en verano favorece la formación de costras salinas blanquesinas en los bordes de las lagunas formadas por l compuestos minerales de sulfato de calcio, sulfato de magnesio (sal de Epson) y el sulfato de sodio(sal de Glauber) característicos de los suelos desérticos de la costa central.

Caracterización Físico Química y Microbiológica del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Los diversos parámetros físico químicos evaluados se presentan en la Tabla 1. Los afluentes presentaron una demanda biológica de oxígeno (DBO_5) de escasa concentración, con un rango de 58 – 86 mg/l por efecto del pretratamiento y de la dilución. Los rangos de temperatura del agua fueron de 19,5 a 23,6 °C en invierno y de 27,2 a 30,8 °C en verano. Los rangos de pH estuvieron entre 7 - 7,4.

El oxígeno disuelto presentó rangos mínimos de 0,2 - 1 mg/l que reflejaron condiciones anóxicas. Los sulfatos oscilaron entre 218 a 910 mg/l y los valores normales de coliformes fecales registrados estuvieron entre los $2,3 \times 10^7 - 8 \times 10^7$.

En los efluentes de las lagunas, la DBO_5 estuvo en el rango de 15 a 28 mg/l. Las temperaturas del agua fueron de 26,1 °C en otoño y 28,5°C en verano. Los rangos de pH oscilaron entre 7,5 a 9,2 y los del oxígeno disuelto estuvieron entre 4 - 10 mg/l. Los valores de los sulfatos fueron relativamente altos, entre 542 a 1059 mg/l. En los coliformes fecales se evidenció una reducción de 3 logaritmos siendo el rango de $1E + 10^5 – 1E + 10^6$. La salinidad fue de 6 o/oo en verano.

Caracterización Bioecológica de *Artrhospira platensis*

La comunidad fitoplanctónica de las lagunas de oxidación salobres estuvo dominada por la cianobacteria ***Artrhospira platensis***, siendo el verano la época donde se observó su mejor crecimiento por la formación de densas floraciones, con aspecto de natas flotantes en las orillas y parches verdosos en el espejo de agua con migraciones verticales en la columna de agua durante el medio día en verano (Figs.4-6). Esta especie pluricelular presentó tricomas helicoidales de longitud variable hasta 620 um de longitud, con hormogonios frecuentes. Células vegetativas discoidales con numerosas sustancias de reserva y aerotopos, de 8 a 10.6 um de diámetro por 2,6 a 5,3 um de longitud. Amplitud de las espiras de 42,6 a 48 um y el rango de la longitud de las espiras estuvo entre las 50,5 y 69 um.

Las mayores densidades de las poblaciónes de ***A. platensis*** estuvieron entre los 6256 a 31,140 tricomas /ml y se registraron principalmente en verano siendo rela-

cionadas con el incremento de temperatura y la productividad primaria evidenciada por la liberación de oxígeno que contribuye a la biopurificación de las aguas (Tablas 1, 2).

La cepa de ***A. platensis*** de las lagunas de oxidación de Punta Hermosa es alfa mesosapróbica hacia polisapróbica según el sistema de Friedrich (1990) por cuanto los efluentes del sistema de tratamiento alcanzaron valores de DBO5 que oscilaron entre 15 - 28 mg/l y 4 mg/l de oxígeno disuelto como mínimo. Sin embargo, la actividad fotosintetica evidenciada por la liberación del oxígeno (hasta 10 mg/l) refleja la alta productividad en el sistema de tratamiento primario.

El rol de ***A. platensis*** como especie mesofílica y alcalofílica en la remoción de los coliformes termotolerantes a pH alcalinos (7,3 - 9,2), favorecido por las altas temperaturas en esta zona costera tropical, se comprobó por la remoción de 3 logaritmos a nivel primario de tratamiento en sus valores ($1E+10^5$ - $1E+10^6$). ***A. platensis*** es una especie oligoeurihalina de acuerdo al sistema de Albrech (1984) que establece como máxima salinidad para este grado de tolerancia valores de 10 o/oo y que en el sistema de Venice corresponde a un organismo beta mesohalino (5 - 10 o/oo).

Las interacciones bióticas de ésta especie se presentan frecuentemente con la cianobacteria hormogonal ***Oscillatoria*** y esporádicamente con las clorofilas coloniales como ***Micractinium, Ankistrodesmus*** y ***Scenedesmus***. Las relaciones interespecificas con consumidores secundarios fueron frecuentes con los protozoarios ciliados ***Oxytrichia, Euplotes*** y ***Vorticella***, filtradores que participan activamente en la depuración de las aguas (Tabla 2). Entre los metazoarios, ***Brachionus angularis*** fue un rotífero frecuente en el sistema de tratamiento y depredador esporádico de ***A. platensis*** mientras que ***Asplachna*** es depredador de protozoarios.

En los bordes de las lagunas se observaron huellas de aves, muchas de ellas marinas por la cercanía al mar, las que acuden a las lagunas en busca de alimento, fertilizan las aguas y actúan como vehículo de inóculos o cepas de diversas especies planctónicas.

Discusión

A. platensis (antes ***S. platensis***) es una especie de alto valor nutricional, comercial y de fácil cosecha. El primer reporte de su valor alimenticio fue realizado por Dangeard (1940) para la cepa que crece en los lagos salados alcalinos de Chad y es empleado en la dieta de sus tribus en Africa. Investigaciones en esta cepa natural de ***S. platensis*** realizadas en Francia y Bélgica reportaron un 40 a 45 % de contenido proteico (Zarrouk 1966) que posteriormente ha sido incrementado en los diversos sistemas cultivos (Richmond 1988).

El tratamiento de las aguas residuales con algas como elementos de purificación ha sido extensamente aplicado en las últimas décadas contribuyendo en forma

significativa al manejo de los ecosistemas acuáticos. El sistema de tratamiento intensivo con algas (cultivos en masa) proporciona un efluente de alta calidad que puede ser reusado en forma irrestricta para la irrigación de campos agrícolas o ser liberado en forma segura en otros cuerpos de agua con requerimientos de alta calidad (Shelef et al.,1978; Ciferri, 1983; Ciferri y Tiboni 1985; Richmond, 1988; Hoffman, 1998).

Cultivos a gran escala de microalgas empleando desechos de ganado porcino como sustrato fueron registrados por Goh (1986) en Singapur demostrando que el uso de aguas residuales para la producción algal ofrece un potencial de amplia aplicación. Chung et al., (1978) demostraron la presencia de ***Arthrospira platensis*** en tratamientos secundarios de desechos de porcinos, donde la generación de amoníaco y ácidos orgánicos favorece el crecimiento algal. También, el crecimiento de ***S. maxima*** en tratamiento con desechos de ganado vacuno fue reportado por Oron et al., (1979).

En países del tercer mundo (India,Togo,Senegal) la búsqueda de fuentes ricas en proteínas puede ser producida con sistemas integrados de energía, con recursos locales como las tierras marginales áridas de aguas salinas no adecuadas para la agricultura y de desechos de animales y humanos (Fox 1985). La biomasa algal seca de ***S. platensis*** obtenidos en éstos sistemas de cultivos han sido utilizados para alimentar cultivos de ***Tilapia mossambica*** (Granoth y Porath 1984). Cultivos en masa para la producción de ***S. platensis*** empleando aguas residuales domésticas fueron realizados por Fox (1984) quien describió un sistema para producción de biogas (metano) y biomasa algal a partir de desechos humanos de letrinas colectivas. El efluente líquido del digestor fue empleado como nutriente para la producción de biomasa de ***S. platensis*** proporcionando una dieta suplementaria a los habitantes locales.

Las algas que crecen fotoautotróficamente en éstos sistemas de tratamiento constituyen aproximadamente el 50% de la producción neta de la biomasa mientras que la biomasa bacterial es del 40% y el 10% restante corresponde a algas y otros organismos que crecen heterotróficamente (Shelef et al.,1978). Esta productividad, también relacionada con la temperatura, se refleja en la liberación del oxígeno que supera la carga orgánica del agua residual cruda, reduciendo así la energía mecánica para la aireación. La localidad de Punta Hermosa por su ubicación geográfica tiene un amplio rango de temperaturas moderadas (19,5 - 30,8°C) que es una ventaja para los cultivos en masa que se evidenció por la densidad de ***A. platensis*** y su producción de oxígeno. Además, esta colonización cianobacterial es favorecida por las condiciones particulares de alcalinidad y salinidad de sus aguas que explica la subdominancia de otras especies algales coexistentes por la gradual exclusión competitiva. Las lagunas facultativas de > 1 m de profundidad con algas superficiales desarrollan condiciones anóxicas cercanas al sedimento. Si la laguna no es mezclada, se agota el anhídrido carbónico y sus deriva-

dos (iones bicarbonato, carbonato) incrementándose el pH e inactivándose muchas algas (clorofitas) que sedimentan como material orgánico las que se fermentan y liberan metano y anhídrido carbónico.

El crecimiento mixotrófico de las algas involucra la utilización de luz y carbón fijado como fuente de energía el que ha sido desarrollado principalmente para las clorofitas, siendo limitado en las cianobacterias. ***S. platensis*** es un fotoautótrofo obligado que puede crecer en forma mixotrófica. El crecimiento fotoautotrófico en cultivos de ***S. platensis*** con ciclo normal de tricomas, hormogonios mótiles, desarrolla el estado *oscillatorioideous* mientras que el crecimiento mixotrófico causa cambios en su estructura morfológica (Ciferri, 1983; Ignat'evskaya et al., 1996).

El incremento en la biomasa de ***S. platensis*** y de los pigmentos fotosintéticos durante el crecimiento mixotrófico fué de 1,5 a 2 veces comparados con los producidos en cultivos fotoautotróficos según Márque et al.,(1993) y Chen et al., (1996). Este hallazgo fue corroborado por Vonshak et al., (2000) quienes evidenciaron que los cultivos mixotróficos de ***S. platensis*** crecen más rápido y obtienen una mayor concentración de biomasa que los cultivos autotróficos demostrando una máxima velocidad fotosintética y mayor valor de saturación luminosa (menos sensitivos a la sobresaturación de intensidad luminosa). Esta versatilidad en la nutrición de ***S. platensis*** puede explicar la presencia de densas floraciones en las lagunas primarias facultativas de Punta Hermosa, con dimensiones celulares mayores que las reportadas por Geitler (1932) y Ciferri (1983). Sin embargo, la cepa de Punta Hermosa es muy parecida a la cepa costera salina de la planicie alcalina de California reportada por Lewin (1980).

Las altas concentraciones de ***S. platensis*** en los lagos alcalinos (pH 10,3) de Aranguadi en Ethiopia y de Limbi en Kenya son responsables de sus altas velocidades fotosintéticas en la zona eufótica (Ciferri 1983; Melack 1979). La predominancia de ***S. platensis*** en los lagos alcalinos (Rombou y Bodow) de Chad con pH entre 10 y 10,4 se atribuyó a las sales existentes (Ciferri 1983).

Considerando la clasificación de los lagos alcalinos de Chad según la concentración de sales, Iltis (1974) estableció que los lagos con concentraciones bajas (<2,5 g/l) poseen una comunidad algal diversa. En los lagos mesohalinos (2,5 – 30,0 g/l) la comunidad de cianofitas es diversa y en los lagos con concentraciones >30 g/l la dominancia monoespecífica correspondía a ***S. platensis***. En las lagunas de P.Hermosa, la salinidad registrada de 6 g/l corresponde al cloruro de sodio, y es de esperarse que la concentración de sales debe ser mayor, catalogandose como laguna mesohalina por la presencia de otros organismos del fito y zooplancton. Esta designación es avalada en el sistema Venice que establece el grado beta mesohalino (5-10 o/oo) para las aguas salobres o mixohalinas de P. Hermosa.

La fotoinhibición constituye la pérdida de la capacidad fotosintética debido al

daño causado por el exceso en la densidad del flujo de fotones para la saturación de la fotosíntesis. En la mayoría de las algas la fotosíntesis es saturada el 33% de la radiación solar y en la mayoría de los casos la fotoinhibición puede observase con intensidades luminosas de 60 a 70 % de la radiación solar. Este fenómeno tiene un rol decisivo en la productividad de ***S. platensis*** durante el verano por cuanto el crecimiento puede cesar al medio día (Richmond et al., 1992). En Punta Hermosa, las fluctuaciones ambientales diarias no son extremas. Por consiguiente, el control de la fotoinhibición puede atribuirse a la turbidez de las aguas de las lagunas primarias y a la nubosidad en la zona central costera en la mayor parte del año. Además, las densas floraciones de ***A. platensis*** es favorecida por la presencia de aerotopos que permiten la migración vertical del alga en la columna de agua evitando el deterioro y posterior muerte por fotoxidación. No obstante, la escasa profundidad de las lagunas puede ejercer cierta presión para el desarrollo de cepas tolerantes a la intensidad luminosa desértica en verano.

La demanda bioquímica de oxígeno, como variable de polución orgánica y de eutrofización indica que los afluentes (58 – 86 mg/l DOB5) que ingresan a las lagunas de Punta Hermosa están por debajo de los promedios típicos de desagües domésticos en Europa, que después del pre-tratamiento alcanzan de 210 mg/l de DBO5 según Henze et al.,(1997) y Koppe y Stozek (1999). Sin embargo, Yupanqui et al.,(2001) registraron valores de 140 a 250 mg/l de DBO5 para los afluentes de las lagunas de tratamiento de San Pedro de Lurín, valores que son bastante similares a los europeos.

La presencia de ***S. platensis*** en sistemas de tratamiento primarios de aguas residuales evidencia un alto grado de adaptabilidad de este procarionte fotosintético. Fjerdingstad (1965) estableció que las especies indicadoras pueden no ser adecuadas para la determinación de zonas de contaminación porque pueden valerse de sus adaptaciones específicas por poseer amplios límites ecológicos. También consideró que existen varios organismos indicadores de eutrofización mas no de contaminación y estableciendo un nuevo sistema sapróbico basado en comunidades de fitomicroorganismos. Siguiendo éste sistema ***A. platensis*** es un organismo saproxeno por cuanto puede ser hallado en otros biotopos y florecer en aguas contaminadas.

La caracterización de la calidad de las aguas de las lagunas y efluentes de P. Hermosa como alfa mesosaprobias hacia polisaprobias según Friedrich (1990), reflejada por los valores de la DBO5 y la mínima producción de oxígeno (4 mg/l), esta relacionada con la eficiencia del tratamiento primario. Además, en éstos ecosistemas extremos se evidencia la sucesión del estado hipertrófico del afluente al eutrófico del efluente.

La incorporación de los sistemas algales a las lagunas tiene el potencial de mejorar la calidad del agua del efluente reduciendo los nutrientes que son bien distribuidos por acción del viento en las lagunas superficiales favoreciendo el incremento de la productividad. La turbulencia eólica favorece la remoción del oxígeno fotosintético evitando la disminución de la fotosíntesis y del crecimiento algal. El rol de las algas en la

desinfección de las aguas residuales es relevante con la elevación del pH en las lagunas superficiales . La conversión energética acelera la velocidad de mortalidad bacteriana siendo el pH 9,2 por 24 h letal a los coliformes y otras bacterias entéricas (Oswald 1988). En lagunas facultativas no aereadas y profundas, la sedimentación es estimulada por las algas (autofloculación) cuando el pH superficial alcanza al valor 9 o es mayor influye en la remoción de bacterias que se incorporan a los flóculos. Las lagunas de P. Hermosa alcanzan pH de 9,2 que indica la eficiencia en la purificación por interacción alga-bacteria.

La cercanía del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas al litoral costero aunado a las interacciones bióticas y las condiciones físico químicas favorecen la remoción de la carga orgánica seguida por la mineralización y la reducción de patógenos bacterianos. La eficiencia de las lagunas a nivel primario también se relaciona con los largos tiempos de retención (13 días), el bajo caudal de ingreso y las condiciones climáticas favorables anualmente, facilitando de esta forma la conservación de la calidad de los ecosistemas acuáticos ribereños y marinos aledaños.

El manejo y el uso sustentable del recurso hídrico requiere una adecuada administración mediante la biotecnología ambiental aplicable en sistemas de tratamiento como las lagunas de oxidación que permiten el estudio de especies potenciales como ***Artrhospira platensis*** y la posibilidad de combinar la producción proteica, biopurificación y la conservación del medio ambiente.

Literatura citada

Albrecht, J. 1984. Zur Autökologie ausgewählter Aufwuchsciliaten des Weser-FluBsystems (Protozoa:Ciliophora). Decheniana 137:132-167.

Alvítez, E.I., E. Rodríguez., E. Díaz y **M. Mora.** 1995. Presencia y frecuencia de la flora microalgológica en las lagunas de bioestabilización de la ciudad de Trujillo. Arnaldoa. 3(1): 29 -39.

American Public Health Association (APHA), **American Water Works Association** (AWWA), **Water Public Environment Federation** (WPEF). 1998. Standard Methods for examination of water and wastewater. 19th ed. Washington.

Anagnostidis, K. y J. Komárek. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. Arch.fur Hydrobiologie. 80: 1-4:327 –472.

Berger, H., W. Foissner y **F. Kohmann.** 1997. Bestimmung und Ökologie der Mikrosaprobien nach DIN 38410. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 291 p.

Ciferri, O. 1983. ***Spirulina***, the edible microorganism. Microbiol. Rev. 47: 551 –578.

Ciferri, O. y **O. Tiboni.** 1985. The biochemistry and industrial potential of ***Spirulina***. Ann. Rev. Microbiol. 39: 503- 526.

Chen, F., Y. Zhang y **S.Guo.** 1996. Growth and phycocyanin formation of ***Spirulina platensis*** in photoheterotrophic culture. Biotechnol. Lett. 18: 603 -608.

Chung, P., J. Pond., E. Kingsburg., J. Walker y **L. Krook.** 1978. Production and nutritive value of ***Arthrospira platensis***, a spiral blue-green alga grown on swine wastes. J. Anim. Sci. 47: 319- 330.

Dangeard, P. 1940. Sur une algue bleue alimentaire pour l'homme: ***Arthrospira platensis*** (Nordst.) Gomont. Act. Soc. Linn. Bordeaux. 91: 39 -41.

Fjerdingstad, E. 1965. Taxonomy and saprobic valency of benthic phytomicroorganisms. Int. Revue ges. Hydrobiol. 50(4): 475- 604.

Fox, R.D. 1984. Fighting malnutrition with ***Spirulina***. Appropriate technology for the third world. Worldview. June 11. Washington D.C.

Fox, R.D. 1985. ***Spirulina***, the alga that can end malnutrition. The Futurist. 19:30-35.

Franco, J., V. Carbajal., y **L. Sulca.** 1995. Fitoplancton de las aguas contaminadas del rio Torata, Moquegua. Ciencia y Desarrollo. Univ. Nac. J. Basadre G. Tacna. 2:18-22.

Friedrich, G. 1990. Eine revision des Saprobiensystems. Z. Wass. Abwass. Forsch. 23: 141 – 152.

Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. In Rabenhorst Kryptogamen Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweis. Akademische Verlagsgesellschaft. M.b.H. Leipzig. Vol.14. 1196.

Goh, A. 1986. Production of microalgae using pig waste as a substrate. In. W.R. Barclay y R.P. McIntosh (eds.). Algal Biomass Technologies. An Interdisciplinary perspective. Beihefte zur Nova Hedwigia. J. Cramer. 83: 235 –244.

Granoth,G. y **D. Porath.**1984. An attempt to optimize feed utilization by ***Tilapia*** in a flow-through aquaculture. Proc. Int. Symposium on ***Tilapia*** and Aquaculture. E. Fishelzon y Z.Yaron (eds.). Tel- Aviv University. Israel. 550- 558p.

Henze, M., P. Harramoes y **J. La Cour Jansen.** 1997. Treatment biological and chemical process. 2nd. ed. Springer Verlag.

Hoffmann, J. P.1998. Wastewater treatment with suspended and nonsuspended algae. J. Phycol. 34:757-763.

Ignat'evskaya, M., A. Tkhukral., K. Burdin y **V. Nosov.** 1996. Morphological and physiological characteristics of ***Spirulina platensis*** under conditions of photoautotrophic and mixotrophic growth in the light and dark. Mikrobiologiya 65(5): 613 - 620.

Iltis, A. 1974. Phytoplancton des eaux natronées du Kanem (Tchad). VIII. Classification des milieu estudies et especes caracteristiques. Cahiers ORSTROM. Series Hydrobiologie.8: 81-92.

Koppe, P. y **A. Stosek.** 1999. Comunales abwasser, 4 auflage. Vulkan- Verlag.

Lewin, R. A. 1980. Uncoiled variants of ***Spirulina platensis*** (Cyanophyceae: Oscillatoriaceae). Archives of Hydrobiology. Supplem. 60 :48 – 52.

Maldonado, A. 1943. Las lagunas de Boza, Chilca y Huacachina y los gramadales de la costa del Perú. Reimp. Act. Trab. del 2do Congreso Peruano de Química. 143p. Lima.

Marquez,F. J. , K. Sasaki., T. Kakizono., N. Nishio y **S. Nagai.** 1993. Growth characteristics of ***Spirulina platensis*** in mixotrophic and heterotrophic conditions. J. Ferment. Bioeng. 76: 408- 410.

Melack, J. M. 1979. Photosynthesis and growth of ***Spirulina platensis*** (Cyanophyta) in an equatorial lake (Lake Simbi, Kenya). Limnology and Oceanography. 24: 753 - 760.

Montoya H. T.1985. Algas de las lagunas de oxidación de Ventanilla, Callao. Perú. Bol.de Lima 42: 41- 68.

Oron,G., G. Shelef y **A. Levi.** 1979. Growth of ***Spirulina maxima*** on cow manure wastes. Biotechnology and Bioengineering. 21: 2165 – 2173.

Oswald, W. J. y **H. B. Gotaas.** 1957. Photosynthesis in sewage treatment. Trans. Am. Soc. Civil Eng. 122: 73 -105.

Oswald, W.J. 1988. Microalgae and waste - water treatment. In M.A. Borowitzka y L. Borowitzka (eds.). Microalgal Biotechnology. Cambridge Univ. Press. N. York. 305 - 328p.

Richmond, A. 1988. ***Spirulina***. In M. A. Borowitzka y L. Borowitzka (eds.). Microalgal biotechnology. Cambridge Univ. Press. N.York. 85- 121p.

Richmond, A. 1992. Open systems for the mass production of photoautotrophic microalgae outdoors: physiological principles. J. Appl. Phycol. 4:281 - 286.

Shelef, G., R. Moraine y **G.Oron.** 1978. Photosynthetic biomass production from sewage. In C.J. Soeder y R. Binsack (eds.). Microalgae for food and feed. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 11: 13- 14.

Vinces, A., G. Chacón y **Z. Popovici.** 1971. Contribución al conocimiento de las algas unicelulares de las lagunas de bioestabilización en San Juan, Lima. Bol. Sanit. Panamericana. Año 50; 70(2): 148 - 164.

Vonshak, A., S. M. Cheung y **F.Chen.** 2000. Mixotrophic growth modifies the response of ***Spirulina*** (***Arthrospira***) ***platensis*** (Cyanobacteria) cells to light. J. Phycol. 36: 675-679.

Yupanqui,V., N. Carrasco y **J.Ortiz.** 2001. Tratamiento anaerobio - aerobio de las lagunas de San Pedro de Lurin. Saneamiento y Medio Ambiente. CISA- CIP. 6(20): 30 –33.

Zarrouk, C. 1966. Contribution a l'étude d'une cyanophycée. Influence de divers facteurs physiques et chimiques sur la croissance et la photosynthese de ***Spirulina maxima*** (Setch. et Gardner) Geitler. Ph. D. these. Univ. de Paris. France.

TABLA 1

Características Físico-Químicas y Microbiológicas del Afluente y Efluente las Lagunas de Oxidación de Punta Hermosa

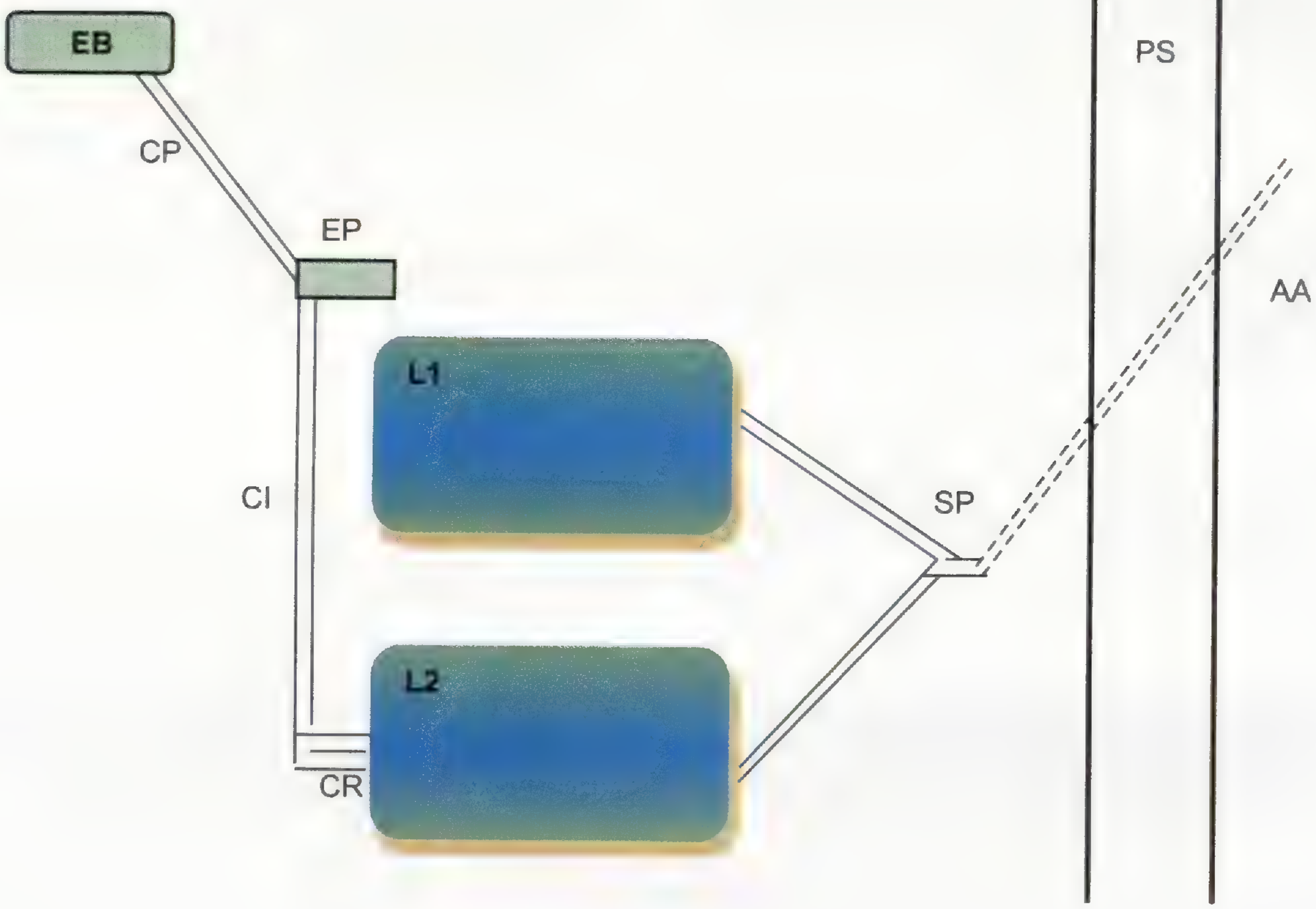
PARÁMETROS	Año	Mes	Temperatura del agua (°C)	Sulfatos (mg/l)	pH	Oxígeno (mg/l)	DBO5 (mg/l)	Coliformes termotolerantes NMP/100 ml
Afluente	1997	12		570			56	
	1998	4	30.8	218	7.0	0.7	70	2.3E+07
		5	27.2		7.3		86	
		8	19.5	545	7.4	0.6	19	3.2E+07
	1999	6	23.6	901		1.0	58	8.0E+07
	2001	2		910		0.2	85	2.6E+07
		2						
	2002	1	28					
Efluente	1997	12		668		24		1.0E+05
	1998	4	26.10	542	7.6	15		1.0E+05
		5			7.8	16		
		8		583	9.2	15		2.9E+05
	1999	6		906		19		1.0E+06
	2001	2		1059		28		3.0E+05
		2						
	2002	1	28.50		7.5			

TABLA 2

Diversidad y abundancia relativa (individuos/ml.) Fito y Zooplanctónica de los efluentes de las Lagunas de Oxidación de Punta Hermosa entre 1997-2002

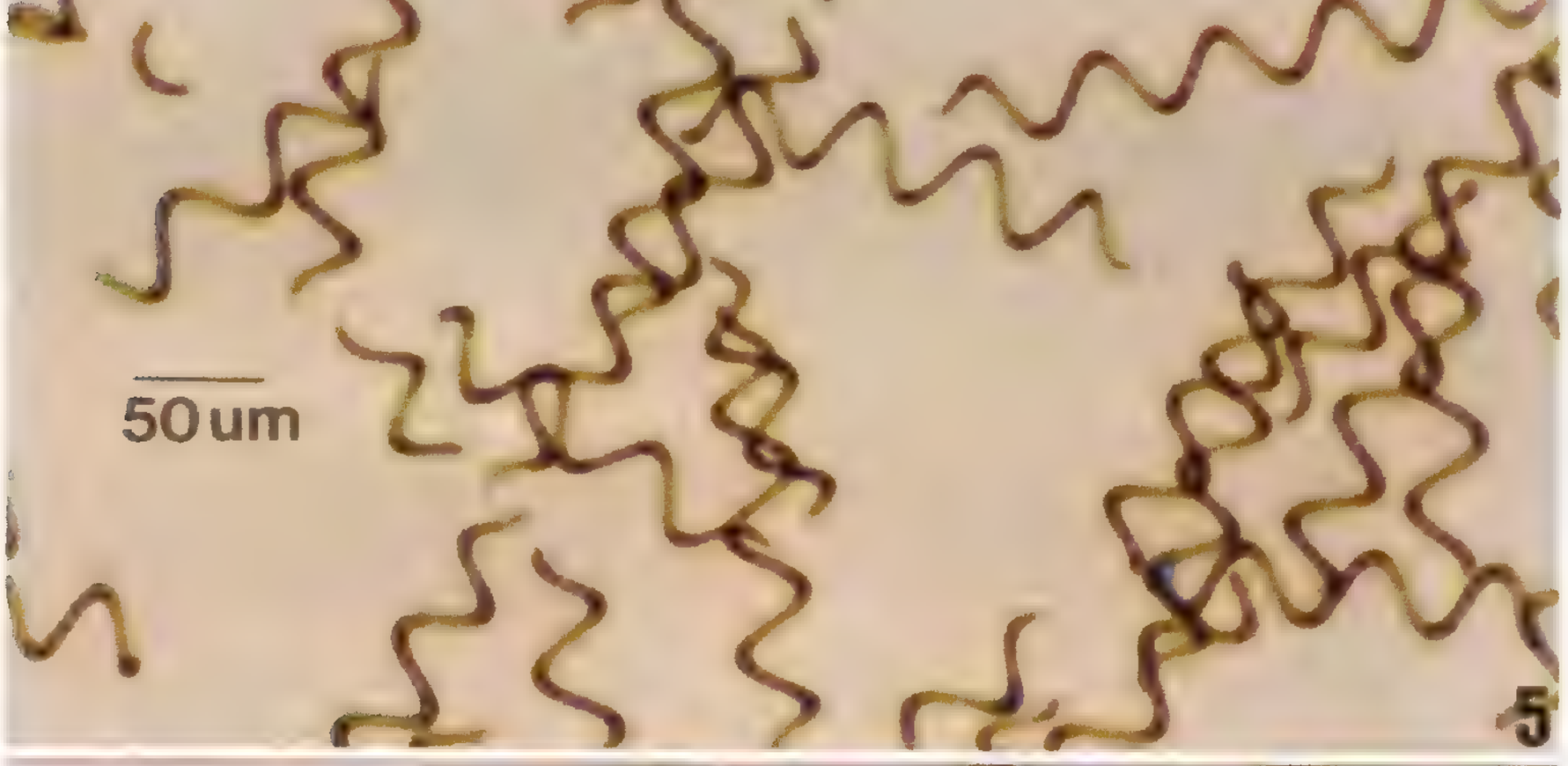
TAXA	1997	1998			1999	2001		2002
	Diciembre	Abril	Abril	Agosto	Junio	Febrero	Febrero	Enero
FITOPLANCTON CHLOROPHYTA								
Scenedesmus opoliensis	+	+						
Ankistrodesmus acicularis		+ +			+	+	+	
Micractinium pusillum					+	+ +	+ +	
EUGLENOPHYTA								
Euglena cf pisciformis					+ +	+	+	+
CYANOPHYTA								
Oscillatoria tenuis	+	+	+	+		+	+	+
Oscillatoria formosa					+			
Spirulina platensis	+ + +	+ + +	+	+ +	+ +	+ +	+	+ + +
tricomas/ml	*10.256*	*11.933*		*6985*	*7272*	*6256*	*4167*	*31140*
Microcystis aeruginosa				+				
BACILLARIOPHYTA								
Cymbella				+				
Navicula					+	+		+
Chaetoceros					+	+		
ZOOPLANCTON PROTOZOA								
Monidae						+	+	
Euplotes								+ +
Oxitricha						+	+	+
Paramecium								+
Colpoda								
Vorticella						+	+	
ROTÍFERA								
Brachionus angularis		+	+		+	+	+	+
Asplachna		+	+					

+ : escaso 1,000 - 5,000; + + : moderado > 5,000; + + + : abundante < 10,000;
+ + + + : muy abundante > 10,000 organismos/ml.



Esquema de las lagunas de oxidación primarias (L1 y L2) de Punta Hermosa. Dimensiones de las lagunas: Longitud: 78 m; Ancho: 48 m; Profundidad: 1.5 m. Area: 7488 m2; Volumen; 11232 m3. EB: Estación de Bombeo. EP: Entrada a la planta. Cl: Canal de ingreso. CR: Canal de repartición. SP: Salida de la Planta. CP: Colector primario, PS: Panamericana Sur, AA. Areas Agrícolas.

Fig. 1. Sistema de tratamiento de aguas residuales de Punta Hermosa con descarga del afluente mediante el canal de repartición en laguna. **Fig.2.** Lagunas facultativas primarias en el desierto costero, con floraciones de ***Artrhospira platensis*. Fig. 3.** Efluente de laguna mediante el canal de salida del sistema de tratamiento.



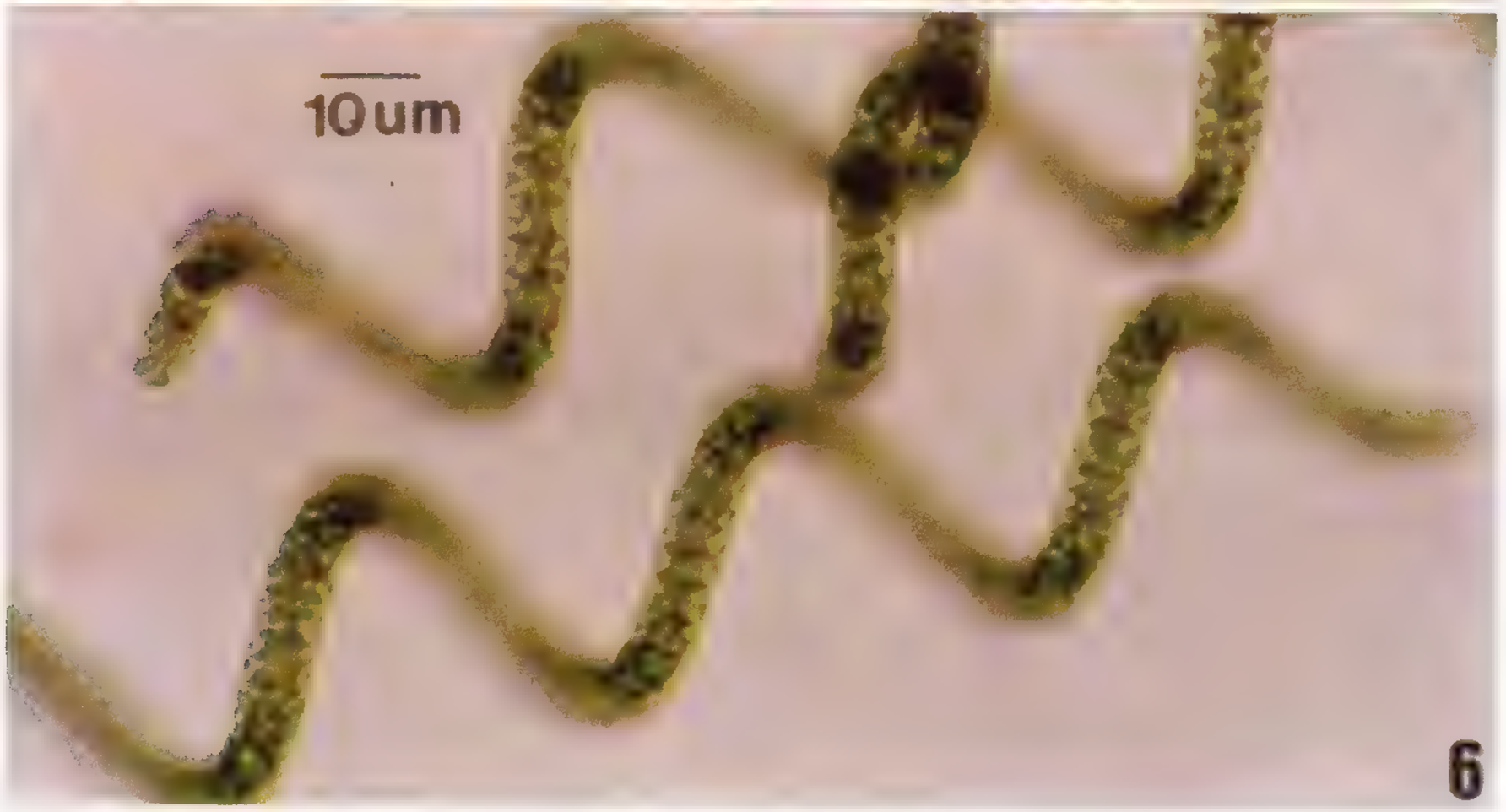


Fig.4. Orilla de laguna facultativa con floraciónes algales y natas floculantes algal-bacterianas suspendidas y próximas a suelo con costras salinas. **Fig.5.** Poblaciones planctónicas de ***Artrhospira platensis*** con tricomas helicoidales y hormogonios. **Fig. 6.** Talo filamentoso pluricelular de ***A. platensis*** con conspícuos aerotopos y sustancias de reserva.

Arnaldoa
11(1): 25-28. 2004

Coreopsis gracilis (Asteraceae: Heliantheae), una nueva especie del Norte de Perú

ABUNDIO SAGÁSTEGUI ALVA
Museo de Historia Natural
Universidad Privada Antenor Orrego
Trujillo – Perú

ISIDORO SÁNCHEZ VEGA
Universidad Nacional de Cajamarca
Cajamarca – Perú

Resumen

Con el propósito de preparar la SINOPSIS DE LAS ESPECIES PERUANAS DE ***COREOPSIS*** (ASTERACEAE), estamos revisando material de este género, particularmente de las últimas colecciones procedentes del Norte de Perú, habiendo encontrado hasta dos números (Sánchez & Dillon 8011 y Díaz, Vásquez & Cerna 1000; ambos del Departamento de Amazonas) que corresponden a una nueva entidad con caracteres propios y diferentes de las especies hasta ahora conocidas, por lo que hemos preparado estas notas para proponerla y describirla bajo el epiteto de ***Coreopsis gracilis***

Abstract

Coreopsis gracilis, one new species from the north of Peru (Prov. Bongara, Dpto. Amazonas) is described and ilustrated. It's geographical distribution and ecology are discussed.

Coreopsis gracilis Sagást. & Sánchez, sp. nov. Fig. 1

TIPO: PERU: Dpto. Amazonas. Prov. Bongará: Pedro Ruíz – Florida (8 km al norte de Pedro Ruíz), borde de camino, 1580 m, 14 Julio 1995, **I. Sánchez & M.O. Dillon** 8011 (Holótipo: CPUN; isótipos: F, HAO.

Suffrutex 30-40 cm altus, ramis gracilis, angulato-sulcatis, ad apicem foliosis. Folia opposita (internodiis de 1 – 2.5 cm longis), petiolata (petiolo 5 – 10 mm longo) Lamina obdeltoidea, membrabacea, 8 – 15 mm longa, 5 – 8 mm lata, utrinque glabra, apice truncato – dentata; dentibus 3 – 6 acutis. Capitulescentiae 1 – 3-cephala, terminales. Capitula

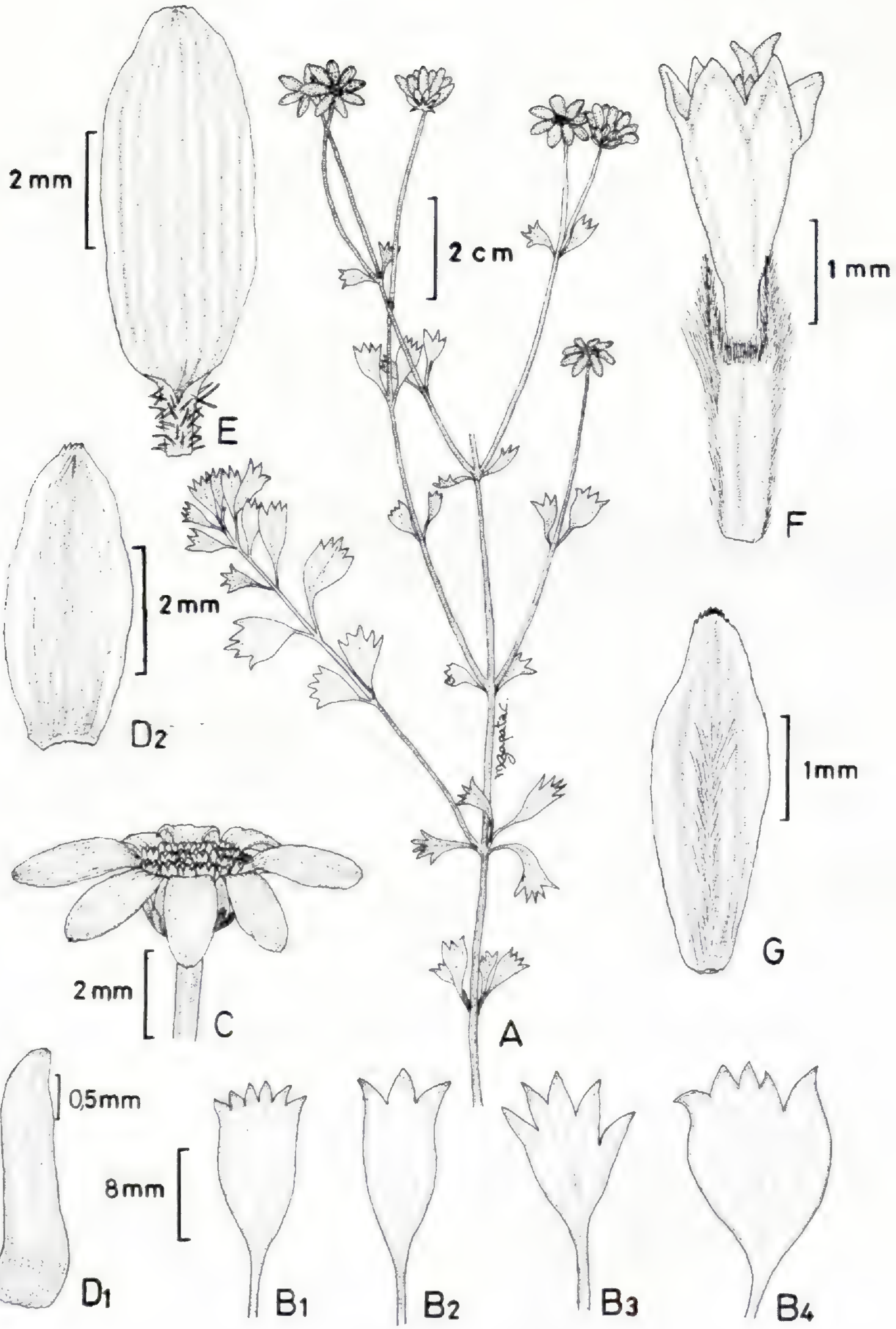


Fig. 1: **A.** Hábito; **B1-B4 :** Hojas; **C**. Capítulo; **D1**: Filaria externa; **D2**: Filaria interna; **E.** Lígula; **F**: Flor; **G**: Pálea.

pedicellata, radiata, parva. Pedicellis gracilis, glabris, 3 – 5 cm longis. Involucrum anguste campanulatum. Bracteis involucralibus 2-seriatis; externis 8, linearis vel deltoideo-linearis, obtusis, coriaceis, glabris, 1.5 – 2 mm longis, 0.6 – 0.8 mm latis; internis 8, ovato – ellipticis, glabris, membranoso – hyalinis, multinervatis, apice obtuso – ciliolatis, 5.8 – 6 mm longis, 1.8 – 2 mm latis. Paleae receptaculi oblanceolatae, glabratae, membranoso – hyalinae, apice eroso-ciliatae, ad dorsom nervatae, 4 – 4.8 mm longae. Flores marginales ligulati, ligula 7 mm longa, 3 mm lata, tubo 1 – 1.5 mm longo. Flores disci ca. 25, hermaphroditi, corolla tubulosa glabra ca. 3.5 mm longa, limbo 5 – dentato. Achaenia 3.5 – 4 mm longa,, obovata, atro-brunnescentia, exalata, utrinque pubescentia, margine longa villoso-cilliata. Pappi paleae 2, 1 – 1.5 mm longae, linearis – lanceolatae, carinatae, ciliatae.

Sufrútice de 30 – 40 cm de elevación, con tallos delgados, ramificados, angulado – sulcados, glabros, foliosos hacia el ápice. Hojas opuestas (entrenudos de 1 – 2.5 cm de longitud), pecioladas (peciolo de 5 – 10 mm de largo). Lámina obdeltoidea, glabra en ambas superficies; de 8 – 15 mm de largo por 5 – 8 mm de ancho, ápice truncado y desigualmente dentado; dientes de 3 – 6, agudos. Capitulescencia 1 – 3-cefala terminal. Capítulos pedicelados, radiados, pequeños. Pedicelos delgados, glabros de 3-5 cm de longitud. Involucro estrechamente campanulado. Filarias 2-seriadas: las externas 8, lineares o deltoideo-lineares, obtusas, glabras, correosas, de 2 – 2.5 mm de largo por 0.5 – 0.8 mm de ancho; las internas 8, oval – elípticas, glabras, membranoso-transparentes, multinervadas, obtuso – cilioladas en el ápice, de 5 – 6 mm de largo por 1.8 – 2 mm de ancho. Páleas del receptáculo oblanceoladas, glabras, membranoso-transparentes, eroso – ciliadas en al ápice, con tres pares de nervaduras en el dorso, de 3 - 3.5 mm de longitud. Flores marginales 8, liguladas, lígula de 7 mm de largo por 3 mm de ancho, 7-nervada, tubo de 1 – 1.5 mm. Flores del disco ca 25, hermafroditas, amarillas, con corola tubulosa, glabra, pentadentada en el limbo, ca. de 3.5 mm de longitud. Aquenios dorsiventralmente compresos, obovados, atroparduscos, exalados, pubescentes en ambas superficies, vellu-dos en el margen, de 3.5 – 4 mm de largo por 1.5 – 1.8 mm de ancho. Papus formado por dos aristas de 1.5 mm de largo, lineal – lanceoladas, carenadas, ciliadas en el dorso y las márgenes, más o menos iguales, de 1 – 1.5 mm de longitud.

Material adicional examinado

PERÚ: Dpto. Amazonas. Prov. Bongará: El Ingenio (km 10, Distrito Pomacochas), 1500 m, 28 Julio 1970, **A. Diáz, L. Vásquez & L. Cerna** 1000 (PRG, HAO).

Distribución y ecología: las dos colecciones que se han examinado para prepa-rar estas notas proceden de la misma localidad, caracterizada por laderas graminosas con arbustos dispersos, principalmente ***Baccharis*** sp. (Asteráceas) y ***Satureja*** sp. (Lamiáceas).

Etimología: El nombre específico tiene relación con el aspecto delicado, sutil y tallos delgados propios de esta nueva especie.

Agradecimientos

A la NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, por el apoyo económico para las tareas de campo otorgado a través del Proyecto FLORISTIC INVENTORY OF THE JALCA FORMATIONS OF NORTHERN PERU (N° 0071506) al Dr. Michael O. Dillon, en calidad de Investigador Principal.

Al biólogo Mario Zapata Cruz por la preparación de la ilustración que adjuntamos al trabajo y a la bióloga Carolina Téllez por su ayuda en la preparación del manuscrito.

Literatura citada

Sagástegui, A. 1969. Cuatro especies nuevas de compuestas peruanas. Bol. Soc. Arg. Bot. 11(4): 240-250.

———————. 1970. Tres compuestas austroamericanas nuevas o críticas. Bol. Soc. Bot. La Libertad 2(1-2): 63-75.

———————. 1982. Dos nuevas especies del género ***Coreopsis*** (Compositae). Hickenia 1(50):263-268.

———————. 1988. Dos nuevas especies de Compuestas Peruanas. Bol Soc. Bot. La Libertad 14(1-2):49-53.

Sagástegui, A. & I. Sánchez. 1971. Una nueva especie de ***Coreopsis*** (Compositae) del Perú. Bol. Soc. Arg. Bot. 13(4):337-340.

——————— **&** ———————. 1981. Un nuevo taxón del género ***Coreopsis*** (Compositae) Darwiniana 23(1):223-225.

——————— **&** ———————. 1989. Novedades en el género ***Coreopsis*** (Asteraceae) Biol. Soc. Bot. La Libertad 15(1):23-28.

Sagástegui, A. & M. Zapata. 2003. ***Coreopsis poloe*** (Asteraceae: Heliantheae), una nueva especie del Norte de Perú. Arnaldoa 10 (2): 15 – 18.

Sánchez, I., A. Sagástegui & Crawford, D. 1994. Compuestas andino-peruanas nuevas para la ciencia. V. Arnaldoa 2(2):37-45.

Sherff, E. E. 1936. Revision of the genus ***Coreopsis***. Field Museum of Natural History of Chicago, Vol. XV, N° 3.

Arnaldoa
11(1): 29-44. 2004

A new species of *Astragalus* (Leguminosae-Papilionoideae) from Bolivia with peculiar xerophytic adaptation

EDITH GÓMEZ-SOSA
Instituto de Botánica Darwinion, CC 22, 1642
San Isidro, Buenos Aires, Argentina

MARIA A. CASTRO
Laboratorio de Anatomía Vegetal,
Departamento de Ciencias Biológicas.
Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales,
Universidad de Buenos Aires, 1428 Nuñez,
Buenos Aires, Argentina

Abstract

A new species ***Astragalus cochabambensis*** Gómez-Sosa sp. nov. from Cochabamba, Bolivia at 3725 m is described and illustrated. The leaflets exhibit in superficial view hemispherical prominence or compound idioblastic bodies (CIB) that may constitute an adaptative feature to xeric conditions. The structure and ultrastructure of the idioblast was analyzed using LM, SEM-EDXA and TEM. CIB are composed of epidermal and subepidermal cells, and are idioblasts with an ergastic substance which is intensely birefringent with polarized light. Microtests confirm that these contents are not lipids, proteins nor starch. SEM-EDXA analysis showed the absence of minerals elements in its compositions. Presumably the ergastic substance could be a gum; further chemical studies will reveal which kind of substance it is.

Resumen

Una nueva especie ***Astragalus cochabambensis*** Gómez-Sosa sp. nov., de Cochabamba, Bolivia a los 3725 msm es descripta e ilustrada. Los folíolos en vista superficial muestran prominencias subesféricas o cuerpos idioblasticos compuestos CIB que constituyen un carácter adaptativo a condiciones xéricas. El estudio anatómico estructural y ultraestructural de este carácter fue analizado usando MO, MEB, EDAX y MET. Las prominencias estan compuestas por células idioblasticas epidérmicas y subepidérmicas que contienen una sustancia ergástica intensamente birrefringente con luz polarizada. Las pruebas histoquímicas confirman que la sustancia no contiene lípidos,

proteínas o almidón y el análisis MEB-EDAX muestra que no hay elementos minerales.. Presumiblemente la sustancia ergástica podría ser una goma; futuros estudios químicos permitirán determinar con exactitud su composición.

Introduction

The genus ***Astragalus*** (Leguminoseae- Papilionoideae) includes c.2500 species (Podlech, 1986) with worldwide distribution, except in Australia and New Zealand (Daviña & Gómez-Sosa, 1993). The South American area extends from Ecuador to south of Argentina and Chile with c.110 species. We consider that a better knowledge of them will be very important for makeing infrageneric groups, that still be in study in this area. Until now there are not species or groups in commun with North of America or other part of the world.

We present the anatomical study of the ***A. cochabambensis*** because the leaflet characteristic is conspicuous and the best way to distinguish it from others South American species. Furthermore, this leaf structure is unknown in the genus ***Astragalus***. The CIB character would be an additional contribution that hopefully will reveal new information concerning the evolutionary history of ***Astragalus***.

We agree with Wojciechowski (1995) that "morphological work on smaller groups of species will provide additional characters which will hopefully reveal more about relationships and lead to a greater understanding of the evolutionary history and success of ***Astragalus*** and its relatives."

Material and methods

Greg Schmitt and his wife Donna, collected the herbarium material and submitted to Gómez-Sosa for identification. Among the ***Astragalus*** species cited for Bolivia (Johnston 1947), the new species resembles ***A. crymophilus*** I.M. Johnston, cited from Departments Potosí and Tarija, near 3800 m alt.

The leaf material was taken from type herbarium specimens. For light microscopy (LM), dried samples were rehydrated in boiling water. Semi- permanent slides of transverse hand sections from the middle portions of the lamina were prepared using standard techniques. Sections were stained with safranin and mounted in glycerin-jelly. For histochemical study stains employed were a) Millon's reagent for protein detection, b) Sudan IV for lipids, and c) Lugol and polarized light for starch localization.

Electron microscopy: For scanning electron microscopy (SEM) observations, leaflets were dehydrated in an alcohol series, coated with gold - palladium and observed with a Philips 515 SEM electron microscope. SEM-EDXA analysis was applied to detect mineral elements.

For transmission electron microscopy (TEM) studies the specimens were fixed in 3% glutaraldehyde in 0,1 M phosphate buffer for 3 hours at ambient temperature, washed in buffer, post-fixed in 1,5 % osmium tetroxide with the same buffer, for 1,5 - 2 hours, dehydrated in an acetone series, and embedded in Spurr resin.

Ultrathin sections were cut with glass knives, post-stained with uranyl acetate followed by lead citrate, and examined in a JEOL JEM 1200 EX II TEM microscope. Sections (1 mu. thick) were stained with toluidine blue and basic fuchsin and observed in a light microscope.

Description

Astragalus cochabambensis Gómez-Sosa, sp. nov. (Fig.1).- TYPE. BOLIVIA. Dpto. Cochabamba: Prov. Arani, 9.5 km by road SE Rodeo, then 2.5 km W on road to ENTEL antenna, 3725 m, 29 March 1984, Greg & Donna Schmitt 87 (holotype: SI!, isotypes: MO, NY).

Herba diminuta, perenne; stipulis amplexicaulibus, bidentatis, glabris. Folia 0.4-0.7 cm longi, irregulariter punctata; foliola 3(5)-juga cum impari, 1.5-2 (3) x 0.7-1.2 mm, strigoso-pubescentia vel glabrescent, elliptica vel obovata aut linearia vel elliptica, conduplicata; pedunculi 1-1.5 cm; 1(2) floris 7.5 mm longi; vexillum ultra unguem suborbiculare ca. 5 x 5 mm, reflexo. Legumen ignotum.

Diminutive, matted, acaulescent perennial herbs, with an ultimately woody taproot and covered with marcescent stipules, the foliage white-strigulose with basifixed hairs, forming a depressed tuft ca. 4 cm in diameter or smaller; **stipules** amplexicaul, densely imbricate, membranous, becoming papery and connate into a shortly bidentate glabrous, ciliate sheath; **leaves** 0,4 – 0,7 cm long, with punctate hemispherical prominences, including short canaliculate petiole, infrasubaliform 0.5-1 cm; **leaflets** 3(-5), sessile and articulate, opposite, elliptic-obovate or linear elliptic, folded, 1.5-2(-3) x 0.7-1.2 mm, strigulose to glabrescent, hairs glandular and axillary. **Peduncles** 1-1.5 cm long, 1(-2) flowered, 7.5-8 mm long; **bracts** subulate, glabrate, ciliolate, 0.5 mm; pedicels 2 mm, ascending; **calyx** 4.5 mm, white strigose, tube campanulate, 2.5 mm, teeth subulate, 2 mm; **petals** purple; banner recurved 45°, suborbicular to ovate emarginate and dentate, ca. 5 x 5 mm, claw 2.5 mm; **wings** nearly as long, the elliptic biauricular obtuse blades 4 x 2 mm, claw 3 mm; **keel** 5 mm; ovary glabrous, style flattened, stigma capitate. **Ovules** ca. 10. **Pod** unknown.

Habitat. "Puna hillside with boulders, grasses, ***Puya*** spp." (G. Schmitt & D. Schmitt 87).

Discution

In the Andean mountains of South America, there is species of ***Astragalus*** share a suite of altitudinal adaptations. They exhibit a reduction form in the vegetative and reproductive morphology together with different pubescence density. They present a cushion shape with 1-2 flowers and fruits. Among they, ***A. cochabambensis*** Gómez-Sosa and ***A. crymophilus*** I.M. Johnston the relationship is more closely (Table 1).

Both are small plants with few leaflets and flowers but ***A. cochabambensis*** exhibits a new anatomical leaflet trait, unknown in the rest of the genus (Fig. 2). The easy differentiation is possible principally by a distinctive leaflet feature (see Table 1). In the present paper, the anatomy of this character was studied.

It is generally accepted that the plant surface is the place where direct interactions between the plant body and the environment occur. This plays an important role in the life strategies of xerophytic plants. Consequently, several features of the epidermis constitute a character syndrome of plants growing under extreme conditions. Different authors have analyzed epidermal anatomical characters from the ecological and taxonomic perspectives (Fahn and Cutler, 1992; Ihlenfeldt and Hartmann,1982). Several types of idioblasts are cited in the literature, e.g., in the reduced leaves of xerophytic plants (Fahn and Arzee, 1959; Boughton, 1986). Tracheoid idioblasts occur in the water-storage tissue and numerous authors (Volkens, 1887; Solereder, 1908; Foster, 1956; Fahn, 1990, among others) suggested its water-storing function. Water storing idioblasts may also be located in the hypodermis of leaves (Benzing, 1990).

Occurrence of much enlarged epidermal cells or idioblasts that protrude above the level of the ordinary epidermal cells in Angiospermae, was cited (Ihlenfeldt and Hartmann, 1982). Finally, in the present paper the authors describe a particular epidermal feature, examine its ecological significance, and discuss taxonomic aspects.

Plants of ***Astragalus cochabambensis*** exhibit interesting features (Figs. 3A, 3B, 3C, 3D; 4A, 4B, 4C, 4D) probably related to the xeric conditions in which they grow. Leaflets show simple-layered and papillate epidermal cells with conspicuous bifurcated and simple papillae. The thick outer periclinal epidermal cell wall has a homogeneous cuticle and epicuticular waxes with a discontinuous distribution pattern. Trichomes are adpressed and only present in young leaflets. Sunken stomata have a conspicuous epistomatic chamber and large subsidiary cells (Fig. 3D). Mesophyll is dorsiventral and vascular bundles are collateral. Stomata are surrounded or overarched by papillate neighboring epidermal cells. It is interesting to note that the high degree of protection is correlated with thicker outer epidermal cell walls (Fig. 5A, 5B, 5C). TEM observations of outer periclinal epidermal cell walls showed from inside to outside: a) a cellulose layer, with an electron dense microfibril framework of fibrils arranged with a variable angle of orientation; b) an indistinct pectin layer; c) a cutinized layer; d) the cuticle proper; and e)

a discontinuous cover of epicuticular waxes. The cutinized layer consisted of two parts. The inner zone closely connected with the cellulosic cell wall had a mainly reticulated pattern. The outer zone or amorphous region formed a layer arranged progressively in a more loose fibrillous structure. The cuticle was translucent and appeared rather homogeneous (Figs. 6A, 6B, 6C, 6D). In superficial view, leaflets exhibit hemispherical prominences or compound idioblast bodies (CIB) that constitute an important character, which may be adaptative. CIB normally protrude above the level of the ordinary epidermal cells and are distributed among them without a defined pattern. We observed them to be scattered; there are considerable gaps between two consecutive CIB and a variable number of ordinary epidermal cells, stomata, and trichomes always surround them. Prominences have never been seen in a densely crowded pattern. The structure and ultrastructure of the prominences were analyzed using LM, SEM-EDXA and TEM. CIB are constituted by a variable number of epidermal and subepidermal cells which are idioblastic with an ergastic substance intensely birefringent with polarized light (Figs. 7A, 7B, 7C). Microtests confirm that the content is not lipid, protein or starch and SEM-EDXA analysis showed the absence of mineral elements in its composition (Figs. 8A, 8B). Presumably the ergastic substance could be a gum; further chemical studies are needed to confirm our hypothesis. The idioblastic bodies constituted a previously undescribed feature, probably related to xeric conditions. Furthermore, grouped idioblasts have been observed in the mesophyll and frequently surrounding the vascular bundles.

Exomorphological diagnostic characters, together with the presence of CIB and several other adaptative features allowed us to define a new species. It is known that adaptations such as thick epidermal cell walls, conspicuous cuticle, sunken stomata, large epistomatic chamber and tomentum, especially present on both epidermal surfaces of young leaflets, may reduce severe water loss. CIB may be capable of absorbing water for use by the plants when under water stress.

It would be interesting to know if CIB change their shape, to a certain degree, according to the water status of the plants. Future studies are needed to corroborate if, at times of water stress idioblasts become flatter and to what extent they expand with hydration. This and other important questions related to the function of CIB merit investigation.

It would also be of interest to see if CIB are present in other species of ***Astragalus*** that grow in dry conditions, and if they also occur in other xerophytes.

Acknowledgements

The authors wish to thank David Cutler for useful discussion and comments on an early draft of this manuscript.

References

Benzing, G. A.1990. Vascular epiphytes. Cambridge University Press. Cambridge.

Boughton, V. H. 1986. Phyllode structure, taxonomy, and distribution in some Australian acacias. American Journal of Botany 34: 663-674.

Daviña, J. R. & E. Gomez-Sosa. 1993. Cariotipo de Siete Especies del género ***Astragalus***_(Leguminosae) de la Argentina. Boletin Sociedad Argentina de Botanica 29(3-4): 197-201.

Fahn, A. & T. Arzee. 1959. Vascularization of articulated Chenopodiaceae and the nature of their fleshy cortex. American Journal of Botany 46: 330-338.

Fahn, A. 1990. Plant Anatomy. 4th ed. Pergamon Press. Oxford.

Fahn, A and D. F. Cutler.1992. Xerophytes. Gebruder Börntraeger. Berlin Stuttgart.

Foster, A. S. 1956. Plant idioblasts remarkable examples of cell specialization. Protoplasma 46:184-193.

Ihlenfeldt, H. D. H. E. K. Hartmann. 1982. Leaf surfacees in Mesembryanthemaceae. In The Plant Cuticle. Linnean Society of London.

Academic Press. London. NY. Sidney. Tokyo. Toronto.

Johnston, I. M. 1947. ***Astragalus*** in Argentina, Bolivia and Chile. Journal of the Arnold Arboretum 28: 336-409.

Podlech, D. 1986. Taxonomic and phytogreographical problems in ***Astragalus*** of the Old World and SouthWest Asia. Proceeding of the Royal Society of Edinburg 89-B: 37-43.

Solereder, H.1908. Systematic Anatomy of the Dicotyledons.2 vols. Clarendon Press. Oxford.

Volkens, G.1887. Die Flora der Aegyptisch arabischen. Wuste auf Grund

anatomisch-physiologischer. Forschungen Gebruder Börntraeger.Berlin 156pp.

Wojciechowski, M. 1995. The genus ***Astragalus***: a Phylogenetic Perspective. Aridus 7(1): 1-4.

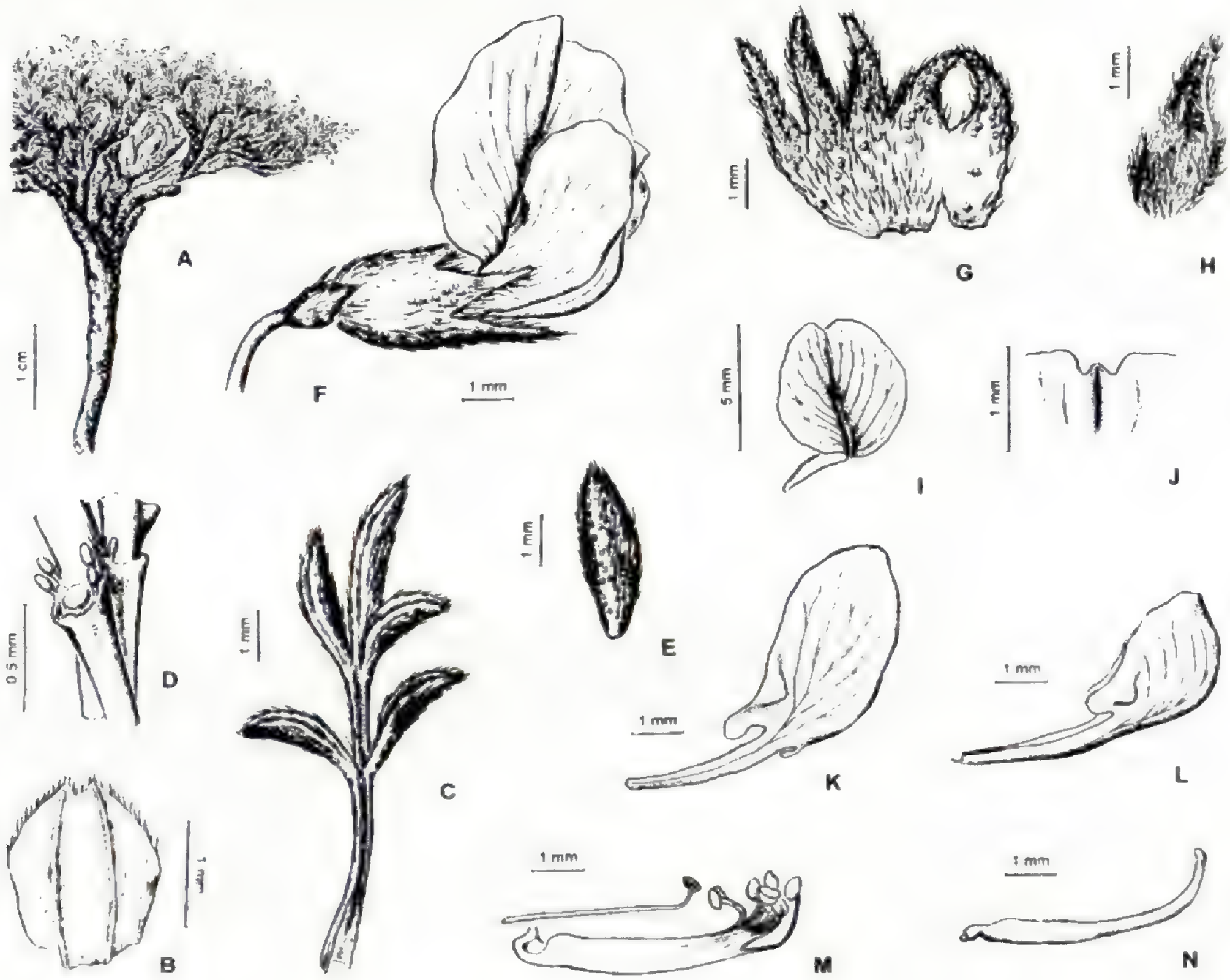


Fig.1. ***Astragalus cochabambensis.*** A. Habit. B. Stipules. C. Leaf. D. Insertion surface of removed leaflet, showing the axillary glandular hair. E. Leaflet. F. Flower. G. Calyx. H. Teeth of calyx, internal view. I Banner. J. Banner, emarginate dentate apical view. K. Wing. L. Keel. M. Androecium. N. Gynoecium. All figures from Schmitt 87 (SI). Drawing the habit and to stain with ink of the detail by Vladimiro Dudas.

Fig. 2. Leaflet in abaxial view, arrow indicates hemispherical prominences or CIB (compound idioblasts body). Micrograph with incident light.

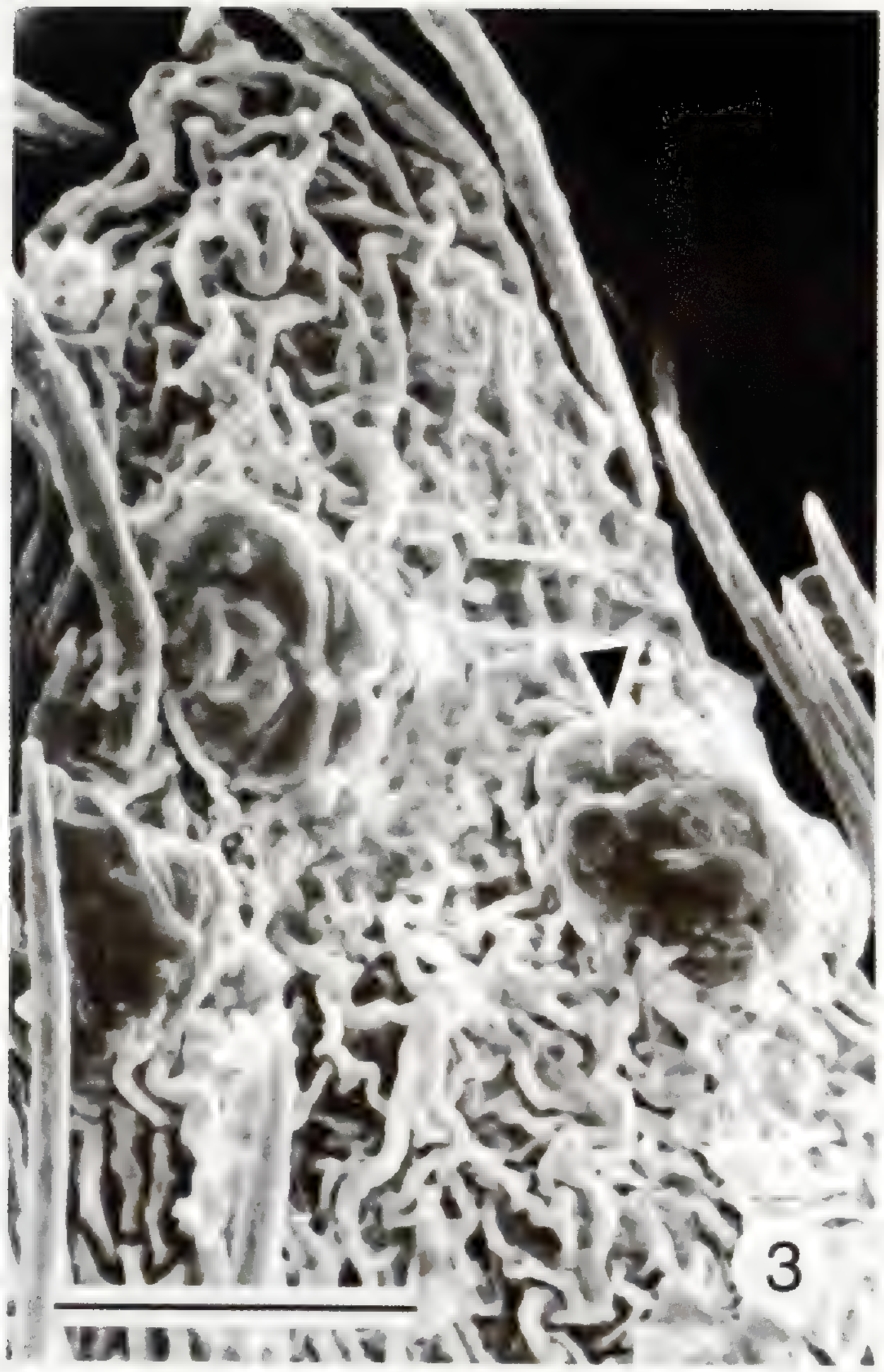


Fig. 3. Leaflet in superficial view, SEM micrographs: A-B. General aspects: **A.** Abaxial view. **B.** Adaxial view. **C.** Arrow indicates CIB in papillate adaxial epidermal cells. **D.** Arrow indicates sunken stomata and Leguminosae type waxes. Scale bars: A, B, C, 0,1 mm. D, 10 um.

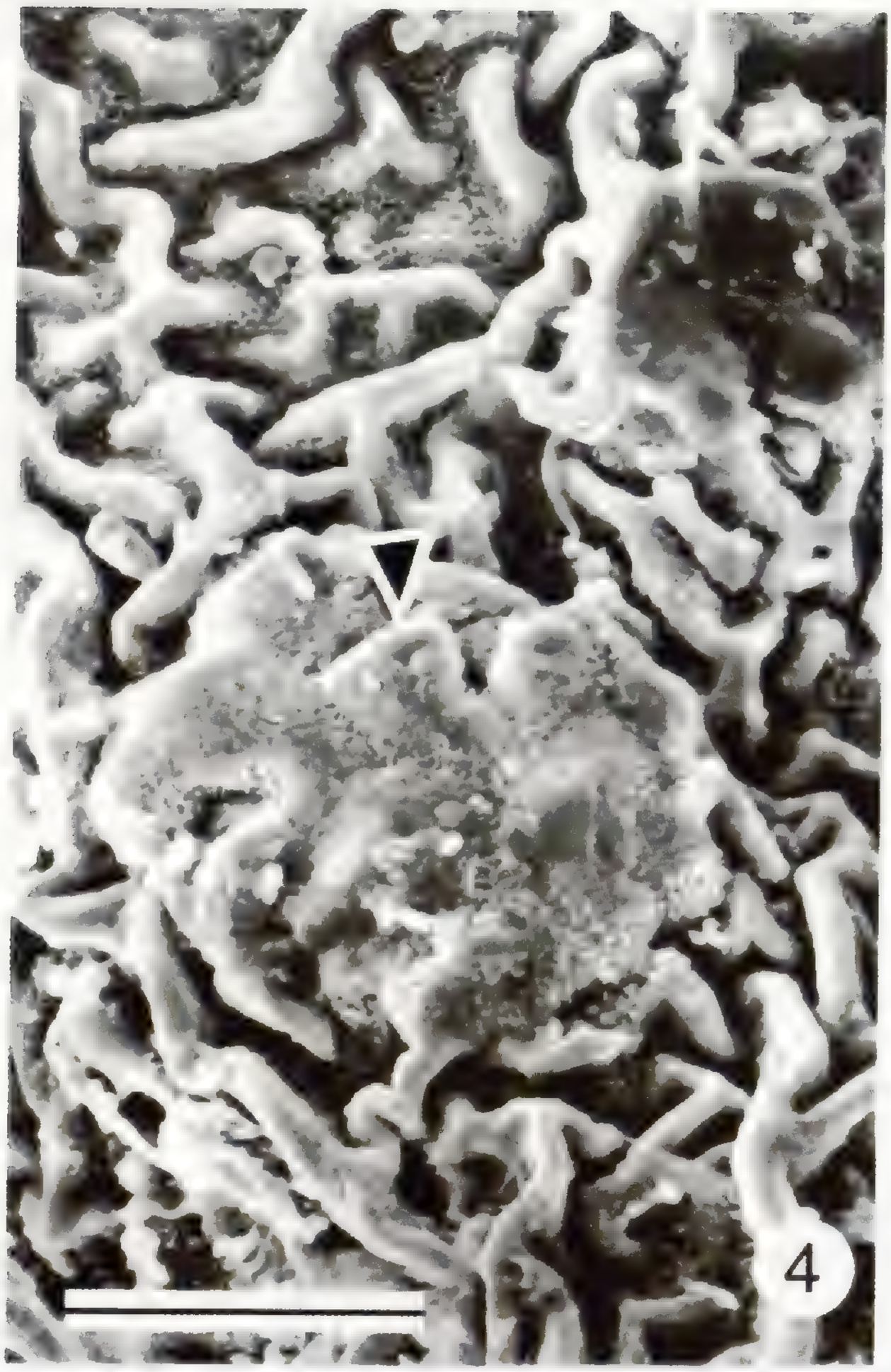


Fig. 4. Leaflet in abaxial superficial view and CIB, SEM micrographs: A, B. Arrow indicates CIB in superficial view, general aspects. C, D. Transverse section of CIB, idioblasts with ergastic substance, details. Scale bars: A, B. 0.1mm. C, D. 10 um.

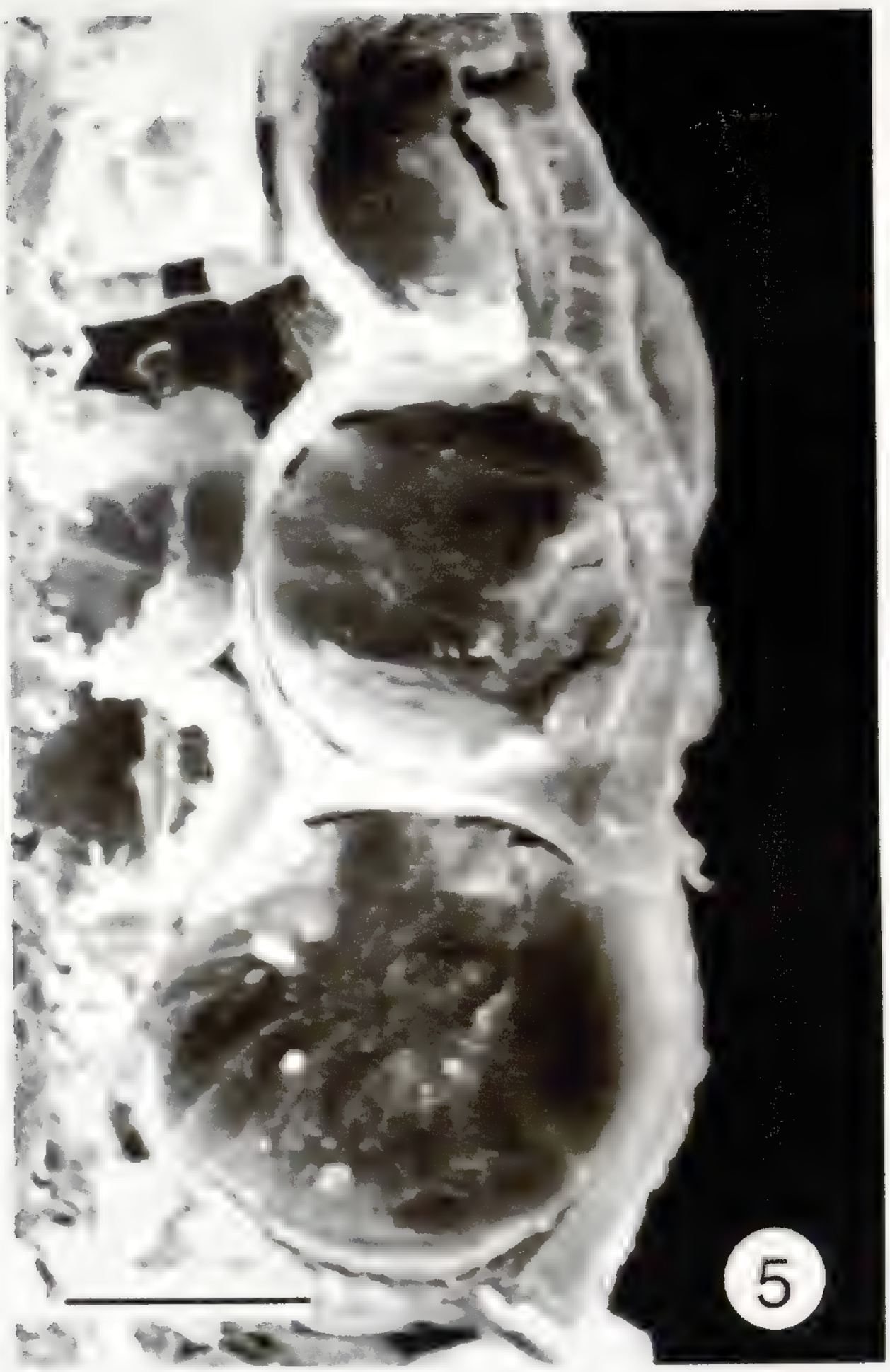


Fig. 5. Leaflets in transverse sections, LM micrographs: **A.** General aspect. **B, C.** Arrows indicates CIB, details. Scale bars: A. 100 um. B, C. 50 um.

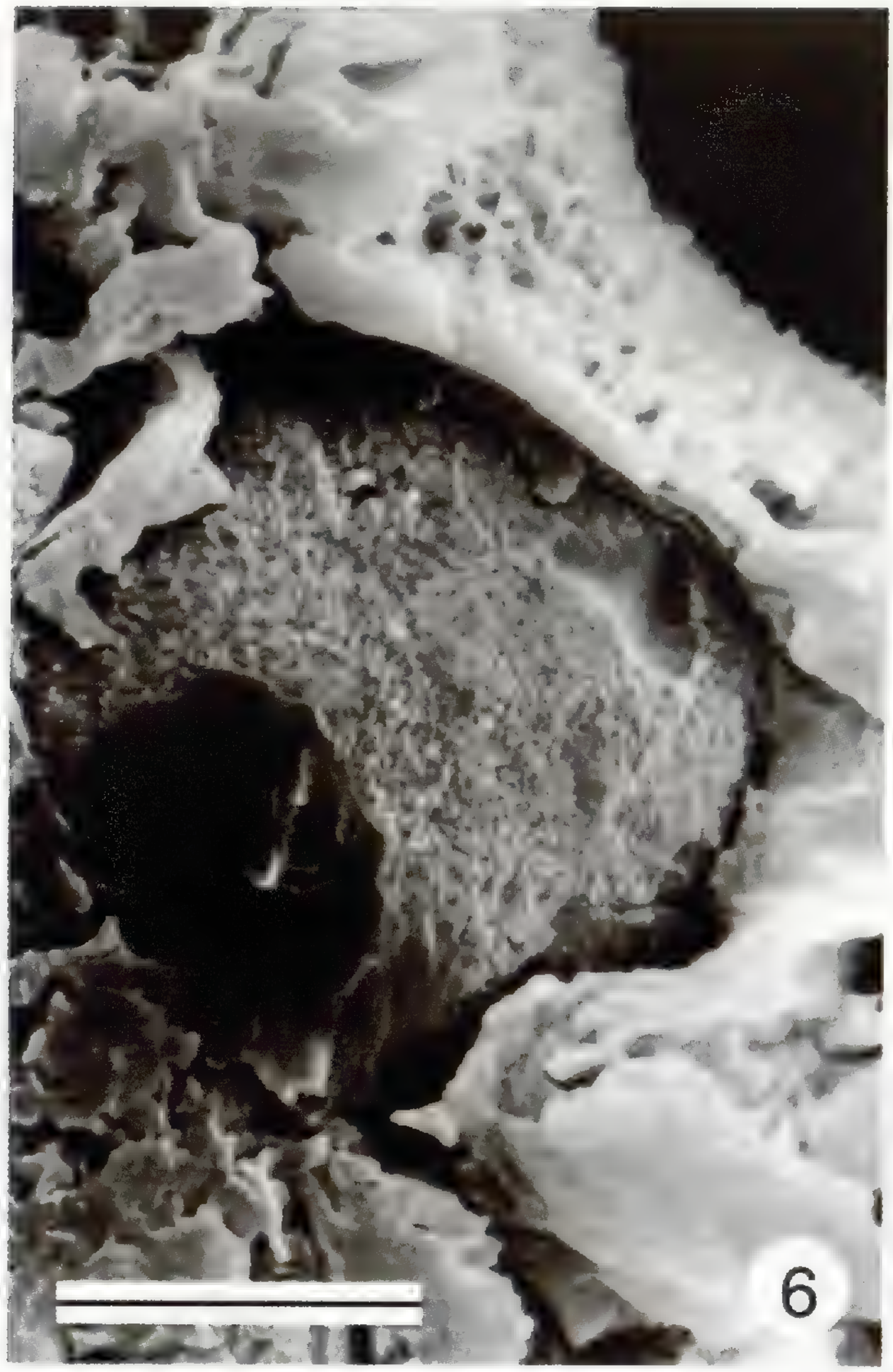


Fig. 6. Papillae of outer tangential epidermal cell wall, TEM micrographs: **A.** General aspect. **B, C, D**. Details: (c) proper cuticle; (rcl) reticulated cutinized layer and arrow showing a sharp boundary with the cell wall, (cw) cell wall exhibit layers with a variable microfibrils orientation; (w) epicuticular waxes. Scale bars: A. um. B, C, D. 200 nm.

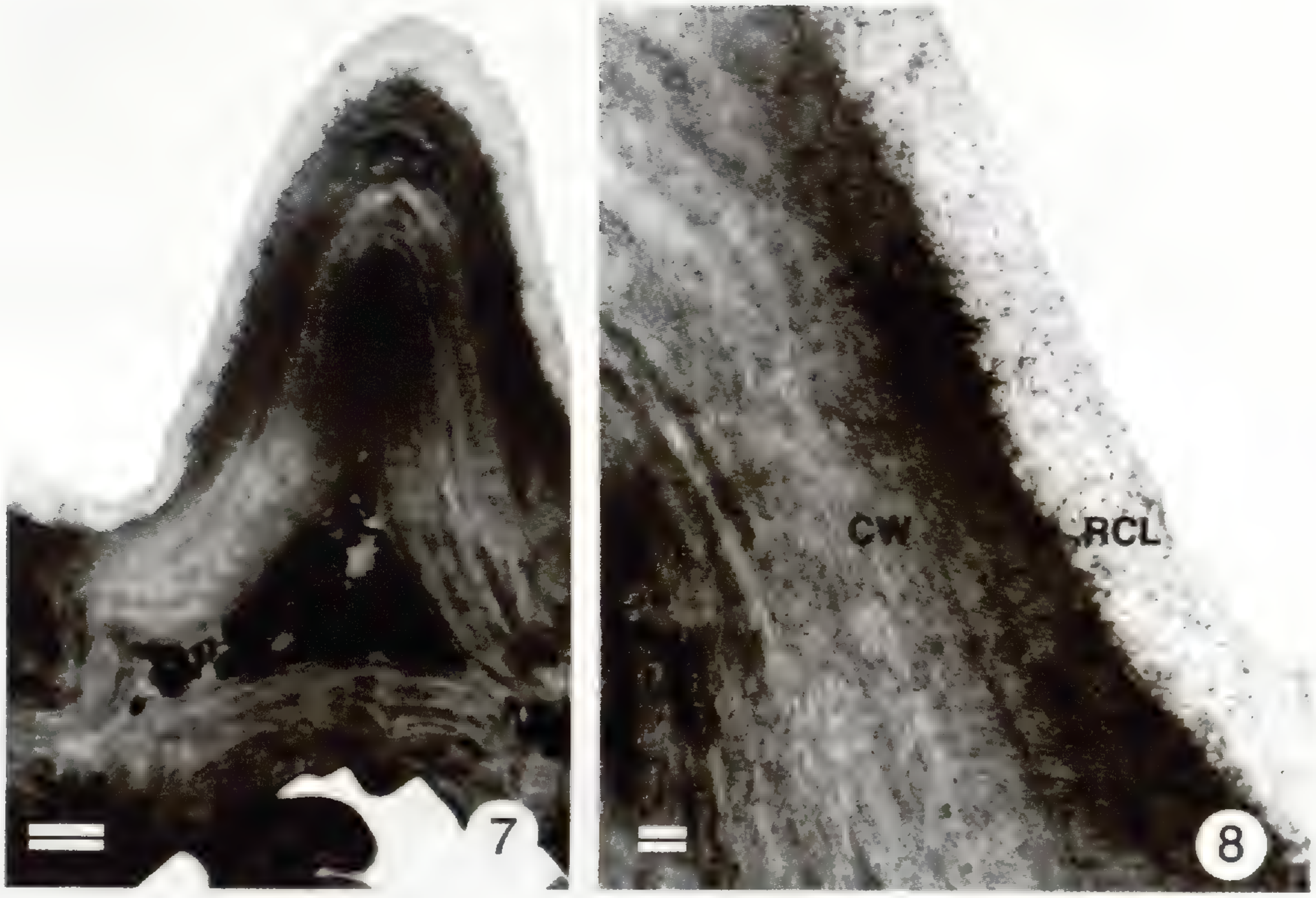


Fig. 7. Leaflets in transverse section 10 um. thick, polarized LM micrographs: **A, B, C.** CIB and idioblasts presents in mesophyll and associated with the vascular bundles. Note the intense birefringence of the ergastic substance. Scale bars: 100 um.

Fig. 8. SEM- EDXA analysis of the ergastic substance. **A.** Sample coating with gold. **B.** Sample mounted on aluminium plate without coating. Note in both cases the absence of minerals elements.

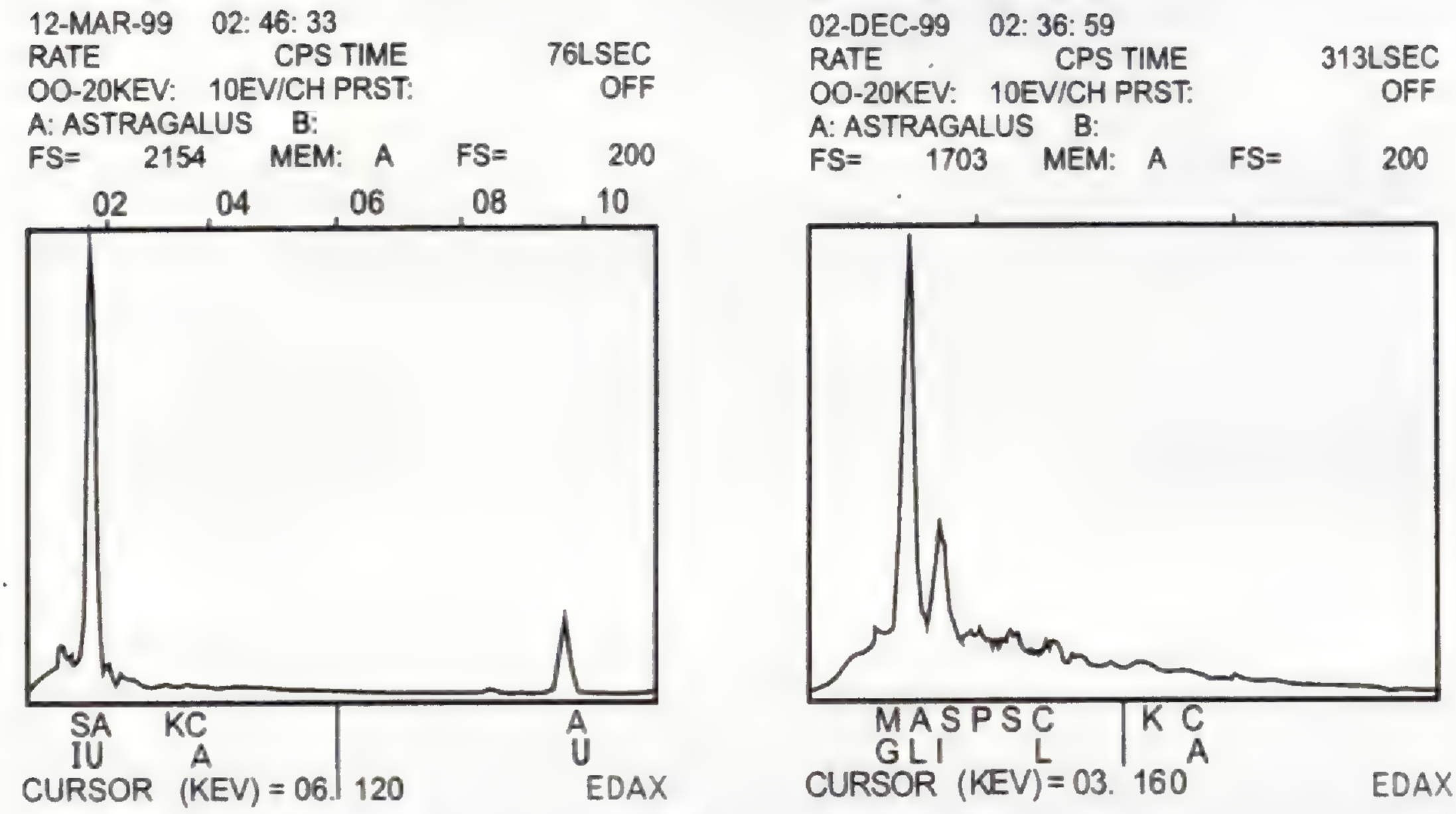

12-MAR-99 02: 46: 33
RATE CPS TIME 76LSEC
OO-20KEV: 10EV/CH PRST: OFF
A: ASTRAGALUS B:
FS= 2154 MEM: A FS= 200
02
04
06
08
10
SA
IU
KC
A
A
U
CURSOR (KEV) = 06. 120
EDAX
A
02-DEC-99 02: 36: 59
RATE CPS TIME 313LSEC
OO-20KEV: 10EV/CH PRST: OFF
A: ASTRAGALUS B:
FS= 1703 MEM: A FS= 200
M A S P S C
G L I L
K C
A
CURSOR (KEV) = 03. 160
EDAX
B

Table 1. Features distinguishing ***A. cochabambensis*** from ***A. crymophilus***

Characters	***A. crymophilus***	***A. cochabambensis***
Habit	cespitose, lax	diminutive, matted
Stipules	membranous,	membranous to papery
Stipules pubescence	glabrescent	glabrous
Leaves	without prominences	with prominences (CIB)
Leaves	4 - 6 cm long	0.4 – 0.7 cm long
Petioles	1,5-3,5 cm	0.5-1cm
Leaflets	not articulate	articulate
Leaflets	(2) 5-9	3 (5)
Leaflets form	linear	elliptic-obovate to linear-elliptic
Leaflet pubescence	densely sericeous	strigulose to glabrescent
Peduncles	0,5 – 1.5 cm long	1 – 1,5 cm long
Flowers	2 (5)	1 (2)
Flowers	5-6 mm long	7,5 – 8 mm long
Pedicels	0,5 – 1 mm long	2 mm long
Ovary	pubescent	glabrous
Ovules	10 – 12	ca. 10

Arnaldoa
11(1): 45-74. 2004

Sinopsis del género *Quiina* Aubl. (Quiinaceae) para el Perú

JULIO V. SCHNEIDER
Sección de Botánica/Paleobotánica,
Forschungsinstitut Senckenberg y
J. W. Goethe-Universität,
Senckenberganlage 25,
D-60325 Frankfurt am Main,
Alemania
Email: Julio.Schneider@senckenberg.de

Resumen

En el contexto de la revisión de la familia Quiinaceae (Malpighiales) para la Flora Neotrópica se presenta una sinopsis de las especies peruanas del género ***Quiina*** Aubl. junto a una clave para su determinación.

Abstract

Within the framework of the revision of the family Quiinaceae (Malpighiales) for the Flora Neotropica, a synopsis of the Peruvian species of the genus ***Quiina*** Aubl. is presented together with a key for their determination.

Introducción

Quiina Aubl. es el género más grande de la familia Quiinaceae y consta con unas 31 especies (los otros géneros son ***Froesia*** con 5 spp., ***Lacunaria*** con 10 spp. y ***Touroulia*** con 2 spp.). Las Quiináceas son una familia de árboles y arbustos de distribución neotropical, extendiéndose desde Belize y Jamaica hasta Bolivia y el sur de Brasil. Se trata de especies de los bosques pluviales bajos, raramente sobrepasando los 1000 m de altitud. La familia forma un grupo monofilético según los análisis morfológico-anatómicos (Schneider et al. 2002) y moleculares (Schneider et al., en prensa) recientemente realizados en el contexto de la revisión de la familia para la Flora Neotrópica. Las familias más afines dentro del orden Malpighiales son las Ochnaceae y las Medusagynaceae. Las características diagnósticas más destacantes de la familia son las estípulas interpeciolares y la nervadura craspedódroma con los nervios terciarios paralelos y densamente dispuestos (excepto ***Quiina***, la cual tiene nervios terciarios reticulado-plumosos (Schneider 1998)).

Clave para los géneros de las Quiináceas del Perú

1. Hojas de las plantas adultas compuestas ..... ***Froesia***
1. Hojas de las plantas adultas simples 2
2. Flores androdióicas; hojas opuestas (***Q. pteridophylla*** con hojas verticiladas), con nervios intersecundarios; ovario (1-)2(-5)-loculado .....***Quiina***
2. Flores unisexuales; hojas verticiladas (***L. oppositifolia*** con hojas opuestas); sin nervios intersecundarios; ovario 4-14-loculado ..... ***Lacunaria***

Quiina Aubl., Hist. Pl. Guiane Suppl. 19, pl. 379. 1775.

Tipo. ***Quiina guianensis*** Aubl.

Árboles y **arbustos** hasta 30 m de alto. A veces con raíces adventicias. **Hojas** decusadas, simples, pecioladas o subsésiles; estípulas setáceas o foliáceas; láminas enteras o (diminutamente) serruladas; nervios secundarios encorvados hacia el ápice, nervios intersecundarios presentes. Inflorescencias axilares, tirsoides o botrioides; brácteas del pedúnculo (triangular-) ovadas; pedicelos articulados en la base o alrededor de la mitad de su longitud. **Flores** androdióicas; brácteas de las inflorescencias parciales (triangular-)ovadas, cara abaxial ± pilosa. Sépalos imbricados, (3-)4-5(-6), ciliados, desiguales; pétalos imbricados, 3-7, blancos hasta amarillos, raras veces rosados, generalmente obovados, redondeados. **Estambres** 12-21 (flores hermafroditas) o 14-62 (flores masculinas). **Ovario** (1-)2(-5)-loculado; óvulos 2 por lóculo, placentación basi-axilar; estilos terminales, estigmas ± peltadas. Fruto una baya coriácea, 1-2(-5?)-celdado, pericarpo fibroso. **Semillas** 1-2(-3) por fruto, vellosas; albumen ausente; embrión recto, cotiledones gruesos.

Belize, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Jamaica, Colombia, Venezuela, Trinidad, Guyana, Surinam, Guyana Francesa, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia. 31 especies, 12 en el Perú.

Clave para las especies de *Quiina*

1. Hojas en verticilos de (3-)4-5; entrenudos terminales profundamente (3-)4-5-surcados ..... ***Q. pteridophylla***
1. Hojas opuestas; entrenudos terminales no surcados profundamente o con un solo surco profundo **2**
2. Estípulas adyacentes fusionadas (2 por nudo) ..... ***Q. grandifolia***

2. Estípulas adyacentes separadas (4 por nudo) **3**

3. Lámina de la hoja rígida, en la base estrechamente atenuada (decurrente a lo largo del nervio principal, asemejando una prolongación del pecíolo), el haz reluciente; inflorescencia tomentosa ..... ***Q. integrifolia***

3. Lámina de la hoja cartácea hasta coriácea, la base redondeada, aguda o atenuada (no como arriba, excepto en *Q. obovata*), el haz generalmente mate; inflorescencia glabra o pubescente hasta pilosa **4**
Nervios secundarios conspicuamente más prominentes en el haz que en el envés ... **5**

4. Nervios secundarios más prominentes en el envés o ± igualmente prominentes en ambas caras **6**

5. Nervios secundarios hasta 10 en cada mitad foliar, lámina de la hoja 3,5-9,5 cm de largo ..... ***Q. attenuata***

5. Nervios secundarios > 13 en cada mitad foliar; lámina de la hoja 6,1-36,5 cm de largo ..... ***Q. obovata***

6. Pedúnculo tomentoso; pedicelos por encima de la articulación 1-3(-4) mm de largo; sépalos 3-4 ..... ***Q. macrophylla***

6. Pedúnculo glabro o pubescente hasta piloso; pedicelos por encima de la articulación (1-)3-10 mm de largo; sépalos > 3 ..... **7**

7. Lamina de la hoja > 20 cm de largo; pecíolo 3-5 mm de diámetro; estípulas estipitadas, ovadas hasta elípticas, > 0,5 cm de ancho; frutos elípticos, 2,3-3,6 x (0,9)1,3-1,7 cm ..... ***Q. gentryi***

7. Lamina de la hoja < 20 cm (excepto en *Q. cruegeriana*); pecíolo 1-2,5(-3) mm de diámetro (excepto *Q. cruegeriana*); estípulas más anchas en la base, a veces estipitadas, subuladas hasta elípticas, 0,5-4,5 mm de ancho (en *Q. florida* hasta 1,2 cm de ancho); frutos obovados, elípticos hasta globosos, generalmente < 2,5 cm de largo (excepto *Q. blackii*, pero ésta con estípulas < 2,5 mm de ancho) **8**

8. Nervios secundarios (10-)19-34 en cada mitad foliar; lámina de la hoja elíptica, 10-45 x (3,5-)5-19 cm; pedúnculo 0,2-3,4 cm de largo; estípulas subuladas (hasta lanceoladas); frutos (elípticos hasta) globosos, 0,6-1,2 x 0,5-1,1 cm ..... ***Q. cruegeriana***

8. Nervios secundarios < 18 en cada mitad foliar; lámina de la hoja elíptica, ovada u obovada, < 20 cm de largo, < 9 cm de ancho; pedúnculo 0,1-6,3 cm de largo; estípulas

subuladas hasta elípticas; frutos ovados, obovados o elípticos, cuando (sub-)globosos, generalmente > 1,2 cm de largo **9**

9. Estomas en cavidades; frutos elíptico-ovados hasta obovados, en el ápice ± agudos hasta redondeados; lámina de la hoja generalmente elíptico-ovada, ápice agudo hasta (sub)acuminado; crece únicamente en las orillas de ríos (igapó) ..... ***Q. rhytidopus***

9. Estomas en el envés ± al nivel de la superficie, sin cavidades; frutos elípticos, globosos u obovados; lámina de la hoja elíptica hasta obovada; generalmente en bosques de terra firme **10**

10. Estípulas > 2,5 mm de ancho (al menos algunas) ..... ***Q. florida***

10. Estípulas < 2,5 mm de ancho **11**

11. Lámina de la hoja cartácea, el ápice (caudado-)acuminado; frutos obovado-piriformes (hasta elípticos), 1,1-1,7(2,5) x 0,55-1,2 cm ..... ***Q. amazonica***

11. Lámina de la hoja coriácea hasta cartácea, el ápice obtuso, agudo o acuminado, no prolongado conspicuamente; frutos globosos, cuando elípticos hasta obovados, entonces (1,7)2,1-3,3 cm de largo **12**

12. Frutos elípticos, (1,7)2,1-3,3 x (0,8-)1,3-1,9 cm; pedúnculo 0,1-1,7 cm de largo, con 3-5 flores ..... ***Q. blackii***

12. Frutos elíptico-globosos; pedúnculo 1-3,3 cm de largo, con (5)7->100 flores **13**

13. Frutos longitudinalmente estriados; lámina de la hoja 1,3-2,4 cm de ancho ..... ***Q. attenuata***

13. Frutos generalmente lisos, cuando estriados, entonces lámina de la hoja > 2,5 cm de ancho (al menos en algunas hojas) ..... ***Q. florida***

Notas generales. Para la terminología morfológica se utilizó Stearn (1992) y para la denominación de la nervadura Hickey (1973). Las abreviaciones de los herbarios y de los autores corresponden al estandar publicado en Holmgren et al. (1990) y Brummit & Powell (1992). Las descripciones morfológicas se basan en los caracteres de todo el área de distribución de las especies. Las brácteas se definen aqui como hojuelas en la base de la ramificación de primer órden en el pedúnculo, es decir de la inflorescencia parcial en inflorescencias tirsoides, las bracteolas son las hojuelas del siguiente órden de ramificación (ver Fig. 1) y se observan sobre todo en inflorescencias masculinas (en inflorescencias hermafroditas reducidas o presentes como escamas en en pedúnculo).

1. ***Quiina amazonica*** A. C. Sm., Trop. Woods 58: 27. 1939.

Tipo. Brasil. Amazonas: Municipality Humaitá, Basin of Rio Madeira, on low terra firme near Tres Casas, 4-X-1934, Krukoff 6445 (BM, BR, K, MO, S, foto FR).

Arboles pequeños o arbustos, hasta 8 m de alto. Entrenudos terminales lateralmente comprimidos, 0,6-2(-2,5) mm de diámetro, pubescentes, los pelos 0,1-0,6(-1) mm de largo. **Hojas** pecioladas; estípulas subuladas, 0,25-0,95(-1,4) x 0,03-0,1(-0,14) cm, ápice agudo, en el haz glabras, en el envés glabras o pubescentes; pecíolo subcilíndrico, ± canaliculado, 0,15-0,8 cm de largo, 0,6-1,5(-2) mm de diámetro; lamina ± cartácea, elíptica (hasta elíptico-obovada), 3,1-14,8 x (0,95-)1,5-5,5 cm, base atenuada, aguda, raras veces redondeada o cuneada, ápice caudado-acuminado, en el haz glabra, en el envés glabra o a lo largo del nervio principal pubescente, los pelos 0,1-0,6 mm de largo; margen diminutamente serrulado; nervios secundarios 6-14(-16) en cada mitad foliar, en el haz imprimidos hasta inconspicuamente prominentes, en el envés (inconspicuamente) prominentes, 0,2-2 cm distantes entre si alrededor de la mitad de la lámina, entre los nervios adyacentes 1-5(-7) nervios intersecundarios. **Inflorescencia** masculina tirsoide, con (19-)29-75 flores, las flores en fascículos de 3-7, inflorescencia hermafrodita botrioide, con 9-21 flores, una flor por bráctea, raras veces en fascículos de 3; pedúnculos 1(2) por axila foliar, (0,3-)1,5-6,3 cm de largo, 0,3-1 mm de diámetro, inconspicuamente engrosado al madurar los frutos, glabros o esparcidamente pubescentes, los pelos hasta 0,3 mm de largo; brácteas (sub)opuestas, ovadas, (0,6-)0,8-1,5 x 0,5-0,9 mm; bracteolas ovadas, ca. 0,9 x 0,4 mm; pedicelo por debajo de la articulación 0,7-2,2(-4) mm de largo, por encima de la articulación (sub-)cilíndrico, punta distal inconspicuamente ensanchada, 2-6,5 mm de largo, 0,2-0,7 mm de diámetro, inconspicuamente engrosado al madurar los frutos. **Flores** 2,5-3,5 mm de diámetro; sépalos (3)4(5), coriáceos, ovados, elípticos hasta suborbiculares, 0,8-2,1 x 0,5-2 mm, ápice redondeado, obtuso o agudo, en el envés glabros; pétalos 4-5, amarillos, raras veces color crema, obovados (o suborbiculares), (1,5-)2-3,6 x 1,1-2,2 mm; estambres en flores masculinas 18-23, en flores hermafroditas 10-12, filamentos 0,7-1,2 mm de largo; ovario 2-loculado, estilos 2, 1-1,5 mm de largo. Fruto elíptico hasta obovado-piriforme, longitudinalmente estriado, 1,1-1,7(2,5) x 0,55-1,2 cm, ápice agudo hasta redondeado; semillas 1-2 por fruto, elípticas, obovadas o subglobosas, 0,65-1,4 x 0,5-0,7 cm, densamente vellosas (pelos 0,2-1,2 mm de largo).

Distribución y ecología. Crece en Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia. En el sotobosque de bosques húmedos de tierra firme, várzea y bosques montanos; 100-600 (-1550) m s.n.m.

Notas. En algunas muestras esta especie asemeja a ***Q. blackii*** por la forma de la hoja, pero sus frutos son más pequeños y los pedúnculos son generalmente más largos y poséen más flores.

Nombre vulgar. Saka o Takukaskpi (Achual Jívaro).

Especímenes examinados del Perú.

Loreto: Prov. Loreto, Petrol camp Bartra, trail between Bartra and San Jacinto, Río Tigre, 14-IX-1979, Díaz, C. & Jaramillo 1394 (AAU, F, G); Prov. Loreto, Road of second oil-pipeline between camps Bartra 1 and Bartra 4, 15-IX-1979, Díaz, C. & Jaramillo 1407 (F, G); Prov. Maynas, Quebrada Sucursari, Río Napo, 5-VII-1983, Gentry et al. 42589 (F); Prov. Maynas, Allpahuayo, km 20 Iquitos-Nauta, ca. 35 km SW of Iquitos, 17-II-1987, Gentry et al. 56072 (MO); Prov. Alto Amazonas, 23 Km SW of Yurimaguas, 26-II-1988, Gentry et al. 61980 (NY); Washintasa and vicinity, Río Huasaga, 13-16-XI-1986, Lewis et al. 11740 (USM); Prov. Loreto, San Juan, Río Tigre, 17-III-1987, Lewis et al. 12862 (USM); Sierra del Pongo, 15-XII-1931, Mexia 6269 (BM, F, G, GH, K, NY, S); Prov. Maynas, Dtto. Pebas, Trocha N of village Purmas, 12-V-1976, Revilla 531 (F, NY); Prov. Requena Dtto. Saquena, Río Ucayali, Quebrada de Curiyacu, above Genaro Herrera, 2-III-1979, Rimachi 4317 (F, NY); Prov. Maynas, Dtto. Iquitos, Río Momón, 21-III-1989, Rimachi 9092 (MO); Prov. Maynas, Río Momón, ca. 5 km NE from the village of Gen Gen, 1-XII-1991, Ruokolainen et al. 3188 (USM); Prov. Maynas, Yanamono (Explorama Lodge), 50 miles NE de Iquitos, 24-XI-1981, Vásquez & Jaramillo 2696 (F, K, NY); Prov. Maynas, Alpahuayo, 13-XI-1984, Vásquez, R. et al. 5931 (MO); Prov. Maynas, Habanillos, km 67 carretera Iquitos-Nauta, 8-XI-1988, Vásquez, R. et al. 11196 (MO); Prov. Maynas, Indiana, Yanamono; Explorama Lodge, 14-V-1989, Vásquez, R. et al. 12092 (MO); Prov. Maynas, Las Amazonas, Explorer Napo Camp (Río Susari), 7-XI-1989, Vásquez, R. & Jaramillo 13080 (MO, USM).

Madre de Dios: Prov. Tambopata, Zona reservada de Tambopata, 23-VIII-1989, Alexiades et al. 939 (MO); Prov. Tambopata, ca. 30 air km or 70-80 river km SSW Puerto Maldonado at effluence Río La Torre (Río D'Orbigny), Río Tambopata (SE bank), Tambopata Nature Reserve, 24-IV-1980, Barbour 4929 (AAU, F, G, NY); Province Tambopata, ca. 30 air km or 70-80 river km SSW Puerto Maldonado at effluence Río La Torre (Río d'Orbigny), Río Tambopata (SE bank), Tambopata Nature Reserve, 24-IV-1980, Barbour 4933 (F); Tambopata Reserved Zone, 9-III-1988, Bell & Wiser 88-75 (F); Tambopata Reserved Zone, Swamp trail, trailside, 12-III-1988, Bell & Wiser 88-120 (NY); Tambopata Nature Reserve, main trail between 3 and 5 km from main lodge, 24-V-1986, Funk et al. 8163 (G); 28 km down the main Trail from Explorer's Inn, near confluence of Río Tambopata and Río La Torre, ca. 20 km W of Puerto Maldonado, on road to Quince Mil, 23-IV-1977, Gentry et al. 19701 (F, NY); Prov. Tambopata, Tambopata Reserve, Río Tambopata at mouth of Río D'Orbigny, 1-III-1981, Gentry & Young 31844 (NY); Tambopata, 24-II-1984, Gentry et al. 46119 (MO); Prov. Tambopata, Tambopata Nature Reserve, junction of Ríos La Torre and Tambopata, 1-VI-1987, Gentry & Jaramillo 58016 (MO, USM); Prov. Tambopata, Tambopata Nature Reserve, junction of Ríos La Torre and Tambopata, 3-VI-1987, Gentry et al. 58158 (MO, USM); Tambopata Tourist

Camp at junction of Ríos Tambopata and La Torre, 22-VII-1985, Gentry et al. 51215 (F); Río d'Orbigny, ca. 10 km from mouth, 28-V-1987, Gentry & Jaramillo 57792 (NY, USM); Prov. Tambopata, Tambopata Tourist Logde, 9-VI-1989, Nuñez et al. 10601 (MO); Prov. Tambopata, Forest along Explorer's Inn trail, 15-VIII-1991, Phillips 685 (MO); Prov. Tambopata, Zona reservada Tambopata, 12-VIII-1990, Reynel & Meneses 5082 (MO); Prov. Tambopata, Zona reservada de Tambopata, 20-VIII-1990, Reynel et al. 5274 (MO); 39 km SW of Puerto Maldonado, 24-IX-1984, Smith, S. F. et al. 202 (F, NY); 8 km down the main trail from Explorer's Inn, near confluence of Río Tambopata and Río La Torre, 39 km SW of Puerto Maldonado, 26-IX-1984, Smith, S. F. 214 (K); Upland tierra firme forest, 3.2 Km down the main Trail from Explorer´s Inn, near the confluence of Río Tambopata and Río La Torre, 39 Km SW of Puerto Maldonado, 11-VII-1987, Smith, S. F. 974 (GH, L, NY); Prov. Tambopata, Region Inca; Puerto Maldonado a Iberia, 21-VII-1989, Vásquez, R. et al. 12422 (MO, USM); Prov. Tambopata, Dtto. Tambopata, Tambopata Reserve, junction of Río La Torre and Río Tambopata, trail to Cocococha, 19-III-1981, Young 142 (AAU, NY); Tambopata Wildlife reserve, 30 km S of Puerto Maldonado, 9-XI-1984, Young, H. J. & Stratton 147 (MO).

Pasco: Prov. Oxapampa, Palcazu Valley, Iscozacin Trail to Villa America, 4 km from airstrip, 12-I-1984, Foster, R. B. et al. 7905 (F); Prov. Oxapampa, Pichis Valley, San Matias Ridge, 10-12 km SW of Puerto Bermúdez, above Santa Rosa de Chivis, trail to Loma Linda, 29-IX-1982, Foster, R. B. et al. 8963 (F); Prov. Oxapampa, Puerto Bermudez, 16-VI-1983, Gentry et al. 42092 (MO); Shiringamazu, ca. 20 km S of Iscozacin, Río Palcazu Valley, 9-VII-1988, Gentry et al. 63498 (MO, USM); Central Selva, Cerro de Pasco Department, about 2 km S of Shiringamazú, 26-VI-1984, Hartshorn et al. 2652 (F, NY); Prov. Oxapampa, Central Selva, Cerro de Pasco Department, between Shiringamazu and Río Carachama, 16-VI-1986, Hartshorn et al. 2991 (F). **Puno:** Prov. Carabaya, Cabeceras del Río Candamo, 24-X-1996, Cornejo & Balarezo 2648 (MO); Río Ávara base camp, 19-V-1992, Gentry et al. 76850 (MO, USM).

San Martín: Lamas, Santa Rosa de Davidcillo, trail to E of road to Tioyacu, km 72 of Tarapoto-Yurimaguas road, 22-23-IV-1986, Knapp & Mallet 7169 (MO); Lamas, Santa Rosa de Davidcillo, trail to Tlioyacu, E of road, km 72 of Tarapoto-Yurimaguas road, 28-IX-1986, Knapp & Mallet 8450 (L). **Ucayali:** Vicinity of Aguaytía, high area above río Aguaytía, west bank 8-10 km below Aguaytía, 2-VII-1960, Mathias & Taylor 5120 (F); Pucallpa-Lima Highway, Km 145, 21-VII-1970, McDaniel 13958 (NY); Prov. Coronel Portillo, Leoncio Prado (Yarinacocha), 15-V-1984, Vásquez, R. 5162 (MO).

2. *Quiina attenuata* J. V. Schneid. & Zizka, Candollea 58: 462. 2003.

Tipo. Peru. Loreto: Prov. Requena, Ucayali River, 4°55'S, 73°45'W, VIII-IX 1976, Bernardi s.n. (arbre no. 5-133) (holotipo, G 200594, foto FR).

Arboles hasta 14 m de alto. Entrenudos terminales lateralmente ± comprimidos, 1-2 mm de diámetro, ± densamente pubescentes, los pelos < 0,1-0,5 mm de largo, glabrescentes. **Hojas** pecioladas; estípulas subuladas (hasta elíptico-lanceoladas), 0,35-0,95 x 0,03-0,08 cm, ápice agudo, ± glabras o inconspicuamente pubescentes; pecíolo subcilíndrico, ± canaliculado, 0,1-0,3 cm de largo, 0,7-1,5 mm de diámetro; lamina cartácea hasta subcoriácea, elíptica hasta elíptico-obovada, 3,5-9,3 x 1,3-2,4 cm, base atenuada, ápice brevemente (sub-)acuminado, en el haz glabra, en el envés glabra o a lo largo del nervio principal esparcidamente pubescente (los pelos 0,2-0,5 mm de largo); margen diminutamente serrulado; nervios secundarios 6-10 en cada mitad foliar, en ambas caras ± planos o inconspicuamente prominentes (más prominentes en el haz), 0,2-1,2 cm distantes entre si alrededor de la mitad de la lámina, entre los nervios adyacentes 0-2(-5) nervios intersecundarios. **Inflorescencia** hermafrodita botrioide (inflorescencia masculina no visto), con 5-19 flores, una flor por bráctea; pedúnculos 1-2 por axila foliar, 1-3,3 cm de largo, 0,6-0,9 mm de diámetro, pubescentes (los pelos hasta 0,1 mm de largo); brácteas (sub)opuestas, ovadas, hasta 0,5 x 0,3 mm; bracteolas (anchamente) ovadas, 0,3-0,4 x 0,25-0,4 mm; pedicelo por debajo de la articulación hasta 0,3 mm de largo, por encima de la articulación cilíndrico o inconspicuamente ensanchado hacia la punta distal, 4,5-6,5 mm de largo, 0,3-1,2 mm de diámetro. **Flores** ca. 3 mm de diámetro; sépalos 5, coriáceos, ovados hasta elípticos, 0,9-1 x 0,8-1,2 mm, ápice redondeado, en el envés ± glabros; pétalos 5, suborbiculares, 1,8-2 x ca. 2 mm, ápice redondeado; estambres en flores hermafroditas 10, filamentos ca. 1,1 mm de largo; ovario 2-loculado, estilos 2, 1-1,2 mm de largo. **Fruto** elíptico hasta subgloboso, longitudinalmente surcado, 1,4-1,5 x 1,1-1,2 cm, ápice redondeado; semillas 1 por fruto, subglobosas, ca. 0,8 x 0,7 cm, densamente vellosas (los pelos 0,2-0,3 mm de largo).

Distribución y ecología. En el Perú se conoce solamente de la localidad del tipo. En bosque de tierra firme; 100-160 m s.n.m.

Notas. Esta especie es similar a ***Q. florida***, pero se diferencia por sus frutos surcados y sus hojas más pequeñas. ***Q. parviflora*** Lanj. & Heerdt de las Guyanas y de Brasil se distingue por sus estípulas más anchas y las hojas más anchas con relación a su largo.

Especímenes examinados del Perú. Loreto: Prov. Requena, Ucayali River, 4°55'S, 73°45'W, VIII-IX 1976, Bernardi s.n. (arbre no. 6-R-96) (G 200592); Prov. Requena, Ucayali River, 4°55'S, 73°45'W, VIII-IX 1976, Bernardi s.n. (arbre no. 2-10-6) (G 200593); Prov. Requena, Ucayali River, 4°55'S, 73°45'W, VIII-IX 1976, Bernardi s.n. (arbre no. 7-15-4) (G 200593, número erróneo?, idéntico con lo de Bernardi s.n. (arbre no. 2-10-6)!); Prov. Requena, Ucayali River, 4°55'S, 73°45'W, VIII-IX 1976,

Bernardi s.n. (arbre no. 5-133) (G 200596); Prov. Requena, Ucayali River, 4°55'S, 73°45'W, VIII-IX 1976, Bernardi s.n. (arbre no. 3-R-202) (G 200604).

3. *Quiina blackii* Pires, Bol. Técn. Inst. Agron. N. 20: 44. 1950.

Tipo. Colombia. Amazonas: Mouth of Río Ataquarí, 21-X-1946, Black & Schultes 46-229 (holotipo, IAN n.v.; isotipo, COL, foto FR).

Arbustos o **árboles** pequeños de 5-15 m de alto. Entrenudos terminales lateralmente comprimidos hasta subcilíndricos, 1-2(-3) mm de diámetro, glabros o esparcidamente pubescentes, los pelos 0,1-0,6(0,8) mm de largo. **Hojas** pecioladas; estípulas subuladas hasta estrechamente lanceoladas, 0,3-1(-1,3) x 0,05-0,15(-0,25) cm, ápice agudo, en el haz glabras, en el envés glabras o esparcidamente pubescentes; pecíolo subcilíndrico, a veces canaliculado, 0,15-1,2(-1,8) cm de largo, 1-2(-2,5) mm de diámetro; lamina cartácea (hasta subcoriácea), elíptica hasta elíptico-obovada, raras veces ovado-elíptica, 5,1-17 (-22,5) x 2,3-7,3(-9,5) cm, base decurrente (o cuneada hasta brevemente aguda), ápice (largamente) acuminado, raras veces brevemente acuminado, el haz glabro, el envés glabro o esparcidamente pubescente a lo largo del nervio principal; margen diminutamente serrulado; nervios secundarios 6-16 en cada mitad foliar, en el haz imprimidos hasta inconspicuamente prominentes, en el envés al nivel de la superficie o prominentes, generalmente más prominentes en el envés, 0,35-2,3 cm distantes entre si alrededor de la mitad de la lámina, entre los nervios adyacentes 1-3(-5) nervios intersecundarios. Inflorescencia masculina ± botrioide, con 3-5 flores, con una flor por bráctea, raras veces en fascículos de 3, inflorescencia hermafrodita botrioide, con 3-7 flores, con una flor por bráctea, raras veces con fascículos laterales en la base (en inflorescencia masculina y hermafrodita) y entonces con 15 flores; pedúnculos 1(-3) por axila foliar, (0,1-)0,5-1,7 cm de largo, 0,4-2 mm de diámetro, engrosados al madurar los frutos, glabros o esparcidamente pubescentes; brácteas (sub)opuestas, ovadas, 0,9-2,5 x 0,3-1 mm; bracteolas subuladas, 0,5-1,3 x 0,2-0,3 mm; pedicelo por debajo de la articulación 0,4-2,2(-5) mm de largo, por encima de la articulación (sub)cilíndrico o ensanchado hacia la punta distal, 3,5-8 mm de largo, 0,3-1,4 mm de diámetro, engrosado al madurar los frutos. **Flores** 3-4,5 mm de diámetro; sépalos 4, (sub)coriáceos, elípticos, ovados o suborbiculares, 1,3-2,5 x 0,9-2,5 mm, ápice redondeado, obtuso o agudo, en el envés glabros; pétalos 4, (elíptico-)obovados, (1,7-)3-3,5 x 1,5-2,7 mm; estambres 27-49 en flores masculinas, ca. 17 en flores hermafroditas, filamentos 1,3-2,2 mm de largo; ovario 2(3)-loculado, estilos 2(3), ca. 2,7 mm de largo. **Fruto** elíptico(-obovado), longitudinalmente estriado-surcado, 2,1-3,3 x (0,8) 1,3-1,9 cm, ápice agudo hasta redondeado; semillas 1 por fruto, elípticas (hasta subglobosas), 0,9-1,4 x 0,4-0,9 cm, densamente vellosas (los pelos 0,3-0,8 mm de largo).

Distribución y ecología. Infrecuente en bosques pluviales de la Amazonía occidental de Colombia, Ecuador, Peru, Brasil, y Bolivia. En el soto bosque de bosques ribereños, várzea, igapó; 200-800(-1550) m s.n.m.

Notas. Algunas muestras se asemejan a ***Q. amazonica*** por la forma de la hoja, pero se diferencian de ésta por sus frutos más largos y por las inflorescencias generalmente más pequeñas y con menos flores.

Especímenes examinados del Perú.

Amazonas: Prov. Bagua, Imaza, Camino Putuim-Shimutaz, 19-VI-1996, Vásquez, R. et al. 21267 (MO, USM).

Loreto: Quebrada Tahuayo above Tamishiyaco, 30-VIII-1972, Croat 19727 (AAU, BR, K, L, MO, NY, P, UB, WAG); Near mouth of Río Napo, 14-IX-1972, Croat 20134 (MO); Prov. Requena, Dtto. Sapuena, Basin of Río Ucayali, Jenaro Herrera, Quebrada Iricahua, 15-IV-1987, Daly et al. 5085 (F, NY); Prov. Maynas, Yanamono; Explorama Tourist Camp, Río Amazonas, 16-VII-1983, Gentry et al. 43166 (MO); Requena, Río Tepiche, Santa Elena, 17-X-1968, McDaniel & Marcos 11313 (NY); Prov. Maynas, Dtto. Iquitos, Río Amazonas, Iquitos, across from Padre Isla, near Scarita de Yanayacu, 5-VII-1974, McDaniel & Rimachi 18955 (NY); Prov. Requena, Río Ucayali, Caño Supay, near Jenaro Herrera, 15-X-1985, Peters 115 (NY); Reserva Nacional Pacaya (Cocha Yarina), 10-VII-1985, Vásquez, R. et al. 6650 (MO, USM).

Madre de Dios: Prov. Manu, Río Manu, playa 16 above the Boca, 15-VIII-1976, Foster, R. B. & Augspurger 3165 (F); Prov. Manu, Vicinity of Cocha Cashu Station, Parque Nacional, 12-III-1977, Foster, R. B. & Terborgh 6213 (F); Prov. Manu, Parque Nacional del Manu, Río Manu, Cocha Cashu Station, 10-VIII-1984, Foster, R. B. 9800 (F); Madre de Dios, Prov. Manu, Cerro de Pantiacolla, Río Palotoa, 10-15 km NNW of Shintuya, transect to ridgetop, 17-XII-1985, Foster, R. B. et al. 11021 (F).

San Martín: Juan Jui, Alto Río Huallaga, I-1936, Klug 4220 (BM, F, K, NY, S).

Ucayali: Prov. Coronel Portillo, Bosque Nacional de von Humboldt, km 86, Pucallpa-Tingo María road, 8-VIII-1980, Gentry & Horna 29518 (MO); Prov. Coronel Portillo, Estación Experimental Alexander von Humboldt, 14-VIII-1980, Oliveira, R. 13 (MO); Distr. Coronel Portillo, Bosque von Humboldt, along Quebrada Tahuahillo, 20-VI-1981, Young 934 (F, NY).

4. *Quiina cruegeriana* Griseb., Fl. Brit. W. I.: 106. 1864.

Tipo. Trinidad. St.-Anns, XII-1827, Purdie s.n. (4) (K, foto FR).

Quiina peruviana Engl., Mart. Fl. Bras. 12(1): 481. 1888.

Tipo. Perú. Near Tarapoto, on Mayo River, Spruce 4366 (K, W, fotos F, GH, MO, NY, W).

Quiina tessmannii Mildbr., Notizbl. Bot. Gart. Berlin-Dahlem 11(105): 298. 1931.

Tipo. Perú. Yurimaguas on Huallaga River, 16-III-1926, Tessmann 5506 (B†, G, fotos F, GH, MO).

Quiina cajambrensis Cuatrec., Trop. Woods 96: 41. 1950.

Tipo. Colombia. Valle del Cauca: río Cajambre, Quebrada de Vigía, 13-V-1944, Cuatrecasas 17566 (F, U, foto FR).

Quiina congesta Cowan, Brittonia 8: 239. 1957.

Tipo. Surinam. Marowijne: Nassau Mountains, Plateau B, 3-III-1955, Maguire 40739 (holotipo, NY, foto FR).

Quiina guaporensis Pires, Bol. Técn. Inst. Agron. N. 38: 31. 1960.

Tipo. Brasil. Rondônia: Source of Jatuarana River, Machado River region, NE of Aripuaná, Krukoff 1683 (holotipo, NY, foto FR; isotipos, BM, F, GH n.v., IAN, K n.v., P).

Quiina colonensis (D'Arcy) D'Arcy, Fl. Panama Checklist & Index 2: 534, 337. 1987. (Mo-nogr. Syst. Bot. Miss. Bot. Gard. 18).

Tipo. Panamá. Colón: Santa Rigde trail, 17-35 km from Boyd Roosevelt Highway, 21-V-1975, Mori & Crosby 6314 (holotipo, MO; isotipos, K, P n.v., PMA n.v., foto FR).

Arboles o **arbustos** 4-15 m de alto. Entrenudos terminales lateralmente comprimidos hasta subcilíndricos, (1,5)2-7 mm de diámetro, densa hasta esparcidamente pubescentes, los pelos 0,1-0,6(-0,8) mm de largo. **Hojas** pecioladas; estípulas subuladas hasta angostamente lanceoladas, 0,3-1,2(-2,5) x 0,03-0,1(-0,3) cm, ápice agudo, esparcida hasta densamente pubescentes; pecíolo a veces inconspicuamente canaliculado, 0,3-2 cm de largo, (1,2-)1,5-5 mm de diámetro; lamina cartácea hasta subcoriácea, raras veces coriácea, ± elíptica, 10,3-47,6 x (3,6-)5-19 cm, base atenuada, cuneada (o aguda), ápice ± (sub-)acuminado, en ambas caras ± pubescente a lo largo del nervio principal (o en toda la superficie), raras veces glabra en el haz; margen entero o diminutamente serrulado; nervios secundarios (10-)19-34 en cada mitad foliar, en el haz (inconspicuamente) prominentes o al nivel de la superficie, en el envés (inconspicuamente) prominentes, más prominentes en el envés, 0,2-3,2 cm distantes entre si alrededor de la mitad de la lámina, entre los nervios adyacentes 0-2(-5) nervios intersecundarios. **Inflorescencia** (masculina y hermafrodita) tirsoide o botrioide, fasciculada, ramificada en la base, con 1-24 flores,

con una flor por bráctea o flores en fasciculos de 3; pedúnculos 1-6 por axila foliar, 0,2-3,4 cm de largo, (0,35-)0,5-1,8 mm de diámetro, inconspicuamente engrosados al madurar los frutos, esparcida hasta densamente pubescentes, glabrescentes, raras veces glabros; brácteas ± opuestas, ovadas, 0,6-2,4 x 0,4-1 mm; bracteolas subuladas hasta ovadas, 0,25-0,7 x 0,2-0,3 mm; pedicelo por debajo de la articulación 0,2-4 mm de largo, por encima de la articulación (sub)cilíndrico, punta distal inconspicuamente o no ensanchada, (1,4-)3-9 mm de largo, 0,3-1 mm de diámetro, inconspicuamente engrosado al madurar los frutos. Flores 2,5-4 mm de diámetro; sépalos 4-6, coriáceos, ovados hasta elípticos, 0,9-2,2 x 0,6-2 mm, ápice agudo hasta redondeado, en el envés ± glabrous; pétalos 5-6, amarillos, raras veces anaranjados o blancos, ± elípticos hasta obovados, (1,4-)2-3,2 x (1)1,5-3,2 mm; estambres 26-45 en flores masculinas, 11-17 en flores hermafroditas, filamentos 0,8-1,8 mm de largo; ovario 2(3)-loculado, estilos 2(3), 1-2,2 mm de largo. Fruto elíptico, piriforme o subgloboso, 0,6-1,2 x 0,5-1,1 cm, ápice redondeado; semillas 2 por fruto, elípticas hasta globosas, 0,5-0,75 x 0,5-0,7 cm, vellosas (los pelos 0,5-1,6 mm de largo).

Distribución y ecología. Ampliamente distribuída en América Central y América del Sur: Costa Rica, Panama, Colombia, Venezuela, Trinidad, Surinam, French Guiana, Ecuador, Brasil, and Bolivia. En bosques semideciduos o bosques pluviales (tierra firme o várzea); (0-)400-1400(-2000?) m s.n.m.

Notas. Esta especie es polimórfica con referencia al tamaño foliar y estipular. La mayoría de las poblaciones se caracteriza por estípulas subuladas, apenas más de 1 cm de largo, con las estípulas adyacentes bien separadas en la base. Pero en algunas poblaciones de la región se observaron individuos con estípulas alargados y ensanchados, de forma lanceolada (correspondiéndo al tipo de ***Q. tessmannii***, la cual se considera sinónima por una serie de transiciones) y no distantes entre si.

Q. peruviana es una especie dudosa, de la cual, aparte del tipo, no se observaron otras muestras inambiguamente perteneciéndo a ella. Al estudiar todos los morfotipos de ***Q. cruegeriana*** y sus transiciones entre ellos en su área de distribución, se decidió trasladar ***Q. peruviana*** a la sinonimía de ***Q. cruegeriana***, considerándola como un extremo (con hojas muy pequeñas) dentro del concepto amplio de esta especie.

Especímenes examinados del Perú. **Amazonas:** Prov. Bagua, Imaza, Yamayakat, 1-VI-1996, Vásquez, R. & Vásquez 21040 (MO, FR); Prov. Bagua, Imaza, Yamayakat, 5-X-1995, Jaramillo & Katip 769 (MO, USM); Prov. Bagua, Imaza, Región Nororiental del Marañón, Comunidad de Yamayakat, Río Marañón, 1-VIII-1994, Jaramillo et al. 226 (MO); Prov. Bagua, Yamayakat, 1-VI-1996, Vásquez, R. & Vásquez 21040 (USM). **Huánuco:** Prov. Leoncio Prado, Rupa Rupa, Al Este de Tingo María, cerca al

Cerro Quemado, 5-VIII-1978, Schunke 10454 (MO). **Loreto:** Prov. Maynas, ca. 7 km E of the oil palm plantation at Río Manití, 29-VIII-1992, Ruokolainen, K. et al. 4974 (USM); Yurimaguas, on Huallaga River, 16-III-1926, Tessmann 5506 (B†, G, foto F, GH, MO, tipo). **San Martín:** Tocache Nuevo, Provincia Mariscal Cáceres, Distr. Tocache Nuevo, mouth of río Mishollo (right margen of río Huallaga), 8-IX-1971, Schunke 5002 (G, F, K, MO, NY); Near Tarapoto, on Mayo River, Spruce 4366 (K, W, foto F, GH, MO, NY, W).

5. ***Quiina florida*** Poepp. ex Tul., Ann. Sci. Nat. Bot. ser. 3, 11: 167. 1849.

Tipo. Brasil. Amazonas: Ega, 1831, Poeppig 2751 (BR, G, GOET, P, W, fotos F, GH, MO, NY).

Quiina poeppigiana Poepp. ex Tul., Ann. Sci. Nat. Bot. ser. 3, 11: 161. 1849.

Tipo. Brasil. Amazonas: Ega, 1831, Poeppig 2752 (BR, G, GOET n.v., P, W, fotos F, GH, MO, NY).

Quiina juruana Ule, Verh. Bot. Vereins Prov. Brandenburg 48: 184. 1906.

Tipo. Brasil. Amazonas: Juruá, Marary, 18-IX-1900, Ule 5027 (K, L, NY, fotos F, GH, MO).

Quiina klugii J. F. Macbr., Candollea 5: 387. 1934.

Tipo. Perú. Loreto: Mishuyacu near Iquitos, Oct-Nov 1929, Klug 228 (holotipo, F 624342; isotipos, G [fragmentos], NY).

Quiina nitens J. F. Macbr., Candollea 5: 388. 1934.

Tipo. Perú. Loreto: Mishuyacu near Iquitos, XII-1929, Klug 710 (holotipo, F 624244; isotipos, G [fragments], NY).

Quiina pubescens A. C. Sm., Trop. Woods 58: 29. 1939.

Tipo. Brasil. Acre: Near mouth of Rio Macauhan, tributary of Rio Yaco, basin of Rio Purus, 15-VIII-1933, Krukoff 5521 (BM, G, M, NY, S, U).

Quiina multiflora Cuatrec., Trop. Woods 96: 42. 1950.

Tipo. Colombia. Valle del Cauca: Cordillera Occidental, western slope, Hoya del río Anchicayá, right side, forest descending to La Planta, 5-VIII-1943, Cuatrecasas 14879 (F, P, U).

Arboles o **arbustos** de 3-30 m de alto. Entrenudos terminales lateralmente comprimidos hasta subcilíndricos, (0,7)1-3 mm de diámetro, pubescentes, los pelos 0,1-0,8

mm de largo, glabrescentes. **Hojas** pecioladas; estípulas generalmente estipitadas, ovadas hasta elípticas, raras veces subuladas, (0,2-)0,5-3,4 x (0,02-)0,1-1,2 cm, base ± atenuada, ápice agudo hasta acuminado, en ambas caras glabras hasta pubescentes; peciolo subcilíndrico, ± canaliculado, 0,2-1(-2) cm de largo, (0,6-)1-3 mm de diámetro; lamina (cartácea-)subcoriácea, raras veces coriácea, elíptica (elíptica-ovada o elíptica-obovada), 4,7-23(-27,5) x 1,4-8,9 cm, base atenuada o aguda, raras veces cuneada o redondeada, ápice (sub)acuminado, en el haz glabra o pubescente a lo largo del nervio principal, en el envés pubescente a lo largo del nervio principal, raras veces en toda la superficie; margen entero (o serrulado); nervios secundarios 6-17 en cada mitad foliar, en el haz imprimidos hasta inconspicuamente prominentes, raras veces prominentes, en el envés al nivel de la superficie hasta prominentes, más prominentes en el envés, 0,2-3,5 cm distantes entre si alrededor de la mitad de la lámina, entre los nervios adyacentes 1-3(-7) nervios intersecundarios. **Inflorescencia masculina** tirsoide, con (21-)30-129 flores, las flores en fascículos de (3-)6-15(-28), inflorescencia hermafrodita botrioide, con (3-)7-31 flores, con una flor por bráctea, raras veces en fascículos de 3; pedúnculos 1(-2) por axila foliar, (0,3-)1-6,2 cm de largo, 0,3-4 mm de diámetro, conspicuamente engrosados al madurar los frutos, pubescentes, los pelos 0,1-0,3 mm de largo, raras veces glabros; brácteas (sub)opuestas, ovadas, 0,4-2 x 0,4-1,3 mm; bracteolas ovadas hasta subuladas, 0,2-1,2 x 0,15-0,4 mm; pedicelo por debajo de la articulación 0,2-3,5(6) mm de largo, por encima de la articulación (sub)cilíndrico, punta distal inconspicuamente o no ensanchada, (1,5-)2,5-9 mm de largo, 0,3-2,5 mm de diámetro, conspicuamente engrosado al madurar los frutos. **Flores** 2,5-4,5 mm de diámetro; sépalos 4 (excepcionalmente 5), coriáceos, ovados, elípticos o suborbiculares, 1-3,8 x 0,7-3,5 mm, ápice redondeado hasta obtuso, en el envés glabros, raras veces esparcidamente pubescentes; pétalos 4 (excepcionalmente 5), amarillos hasta color crema, obovados (hasta elíptico-suborbiculares), 1,8-5,5 x 1,3-3,1 mm; estambres en flores masculinas 16-42, en flores hermafroditas 10-20, filamentos 1-1,9 mm de largo; ovario 2-3(4)-loculado, estilos 2-3(4), 1,3-2,3 mm de largo. **Fruto** elíptico hasta subgloboso, liso, raras veces longitudinalmente estriado-surcado, 1,5-3,4 x (1-)1,5-2,3 cm, ápice redondeado; semillas 1-2(3) por fruto, elípticas (hasta ovadas), (0,75-)0,9-1,5 x 0,5-0,85 cm, ápice agudo u obtuso, densamente vellosas (los pelos 0,8-2 mm de largo).

Distribución y ecología. Ampliamente distribuída en Sudamerica tropical (Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia). En bosques húmedos de tierra firme o várzea; 100-800(-1350) m s.n.m.

Notas. Esta especie comprende un complejo de distintas formas, las cuales no se permiten separar bien por una serie de transiciones entre ellas. Generalmente las hojas

son enteras, pero se observan también individuos con margenes (diminutamente) serrulados, sobre todo en poblaciones de bosques montanos. Un caracter que normalmente distingue ***Q. florida*** de las demás especies presentes en el Perú, son los frutos con el exocarpo liso, pero también hay algunas muestras que tienen frutos longitudinalmente estriados (p. ej. Aguilar & Castro 586). Otra dificultad en delimitar ***Q. florida*** es la posible hibridización con ***Q. amazonica***, lo cual se puede suponer por los caracteres intermedios entre ambas especies (p. ej. Alexiades & Valega 509, Funk et al. 8229, Gentry et al. 18856, McDaniel & Rimachi 17885, Smith et al. 1081, Smith et al. 1602). Muchas veces es imposible determinar inambiguamente la especie en plantas esteriles, por lo tanto las colecciones Nuñez et al. 19129, Proyecto CICA 8, Roque 2384 se incluyen aqui con reserva. Algunas colecciones se asemejan a ***Q. nitens*** o ***Q. klugii*** (p. ej. Diaz et al. 427, McDaniel 17173, Rimachi 3191, Thomas 6797). En comparación con las muestras cercanas a ***Q. amazonica*** mencionadas arriba parecen a una especie propia debido a las hojas y inflorescencias más gruesas y las flores más grandes. Sin embargo, a base de las transiciones observadas en todo el área de distribución, ***Q. nitens*** y ***Q. klugii*** se consideran aqui como sinónimo bajo un concepto amplio de ***Q. florida***.

Especímenes examinados del Perú.

Amazonas: Prov. Bagua, Dtto. Imaza; comunidad Aguaruna Yamayakat, 15-VIII-1996, Díaz, C. et al. 7849 (FR, MO); Prov. Bagua, Región nororiental del Marañon, Comunidad de Kampaenza, Ribera de la Quebrada Shimutaz, 7-X-1994, Jaramillo, N. & C. Peas 544 (USM); Prov. Bagua, Dtto. Imaza, Comunidad de Yamayakat, 9-VI-1997, Vásquez, R. et al. 23955 (FR, MO); Prov. Condorcanqui, Dtto. El Cenepa, Comunidad Tutino, 28-VII-1997, Vásquez, R. et al. 24424 (FR, MO).

Cusco: La Convención, San Martin 3 Well Site, 15-II-1997, Nuñez et al. 19129 (USM).

Huanuco: La Divisora, Tingo María-Pucallpa road near Loreto border, 29-III-1977, Gentry et al. 18856 (F, NY, USM).

Loreto: Prov. Maynas, Nauta, Iquitos, 26-III-1979, Ayala 1706 (MO); Prov. Requena, Ucayali River, Aug-Sep 1976, Bernardi 16243 (G); Prov. Requena, Ucayali River, Aug-Sep 1976, Bernardi 16423 (G); Prov. Maynas, Mishana, Río Nanay, 16-VIII-1978, Díaz, C. et al. 427 (AAU, NY); Prov. Requena, Sapuena, Reserva forestal de Jenaro Herrera, Ucayali River, 3-IX-1974, Díaz, M. 154a (G); Prov. Maynas, Río Nanay, Casería Mishana, 30 km SW of Iquitos, 4 km S of Mishana, VIII-1978, Foster, R. B. 4963 (F); Prov. Maynas, Mishana, Río Nanay halfway between Iquitos and Santa María de Nanay, 23-III-1979, Gentry et al. 26086 (MO); Quebrada Sucursari, N side tributary of Río Napo, 14-VI-1986, Gentry et al. 54372 (MO); Prov. Maynas, Explorama Inn, ca. 2 km W of Indiana on Río Amazonas, 13-II-1987, Gentry et al. 55765 (MO); Mishuyacu near Iquitos, Oct-Nov 1929, Klug 228 (F, G, NY); Mishuyacu near Iquitos, XII-1929,

Klug 710 (F, G, NY); Prov. Maynas, Iquitos, Quebrada Aucaya, trocha de Nuevo Union, sacha chuchuashi, 21-V-1973, McDaniel & Rimachi 17173 (BR, NY); Iquitos, Santa Maria de Ojeal, 19-VIII-1973, McDaniel & Rimachi 17885 (BR, NY); Prov. Maynas, Distrito Las Amazonas, Explornapo Camp, cerca de Sucusari, 21-II-1991, Pipoly et al. 13224 (MO); Prov. Maynas, Iquitos, Road of Zungaro Cocha near fundo Shushuna, 25-VIII-1977, Rimachi 3191 (F, MO, NY); Prov. Maynas, Dtto. Iquitos, Carretera Iquitos-Nauta, km 21, 4-VII-1996, Rimachi 11747 (MO); Prov. Maynas, Dtto. Punchana, Río Momón, trocha de la Comunidad de Nuevo San Antonio, 15-X-1997, Rimachi 12068 (MO); Prov. Maynas, Caserío Nina Rumy, Río Nanay, Puerto Almendras de la UNAP, 24-I-1986, Ruíz 776 (MO); Prov. Requena, Sapuena, Reserva forestal de Jenaro Herrera, Ucayali River, III-1981, Spichiger et al. 1980 (G); Centre de Recherche de Jenaro Herrera, 2-X-1985, Spichiger & Loizeau 4609 (G); Explorama Inn, 1 km S of Indiana on Río Napo Forest reserve, 22-IV-1989, Thomas 6797 (NY); Prov. Maynas, Puerto Almendras, Río Nanay, 15-VIII-1984, Vásquez & Jaramillo 5464 (AAU, F, NY); Prov. Maynas, Puerto Almendras (Río Nanay), 4-I-1985, Vásquez, R. & Jaramillo 6086 (MO); Prov. Maynas, Puerto Almendras, 25-IX-1985, Vásquez & Jaramillo 6826 (K); Requena, Sapuena, J. Herrera, 3-III-1988, Vásquez, R. 10433 (MO); Prov. Maynas, Iquitos, km 44, carretera Iquitos-Nauta, 12-XII-1988, Vásquez, R. & Jaramillo 11358 (MO); Prov. Maynas, Quebrada Paparo, afluente derecho del Río Manatí, 28-I-1989, Vásquez, R. & Jaramillo 11681 (MO); Prov. Maynas, Indiana, Yanamono; Explorama Lodge, 14-V-1989, Vásquez, R. et al. 12095 (MO, USM); Prov. Maynas, Puerto Almendras, 14-VII-1989, Vásquez, R. et al. 12312 (USM); Prov. Maynas, Sargento Lores, Esperanza (Río Tahuayo), 13-XII-1989, Vásquez, R. & Jaramillo 13232 (MO); Prov. Maynas, Dtto. Sargento Lores, Constancia, 8-IV-1997, Vásquez, R. et al. 22851 (FR, MO).

Madre de Dios: Prov. Tambopata, Santuario Nacional Pampas del Heath, Quebrada Patuyacu, 7-IV-1996, Aguilar, M. & D. Castro 586 (USM); Tambopata, Comunidad Nativa Infierno, Hermosa Chica, 26-III-1989, Alexiades & Valega 509 (USM); Prov. Tambopata, ca. 30 air km or 70-80 river km SSW Puerto Maldonado at effluence Río La Torre (Río d'Orbigny), Río Tambopata, Tambopata Nature Reserve, 25-VI-1980, Barbour 5786 (AAU, F, G, NY); Tambopata Nature Reserve, 28-V-1986, Funk et al. 8229 (MO, NY); Prov. Tambopata, Comunidad Nativa Infierno, Hermosa Chica, 15-III-1989, Alexiades et al. 466 (MO); Tambopata Tourist Camp at junction of Ríos Tambopata and La Torre, 24-VII-1985, Gentry et al. 51233 (MO); Tambopata Nature Reserve, junction of Ríos La Torre and Tambopata, 25-V-1987, Gentry & Jaramillo 57619 (MO); Tambopata Nature Reserve, junction of Ríos La Torre and Tambopata, 30-V-1987, Gentry & Jaramillo 57868 (MO); Prov. Manu, Río Los Amigos, 9-VI-1995, Nuñez et al. 16727 (USM); Prov. Manu, Río Los Amigos, 9-VI-1995, Nuñez et al. 16752 (USM); Tahuamanu, Río Las Piedras, 5-VIII-1995, Nuñez et al. 17057 (USM); Explorer's Inn, near the confluence of Río Tambopata and Río La Torre, 39 SW of Puerto Maldonado, 17-VII-1987, Smith, S. F. et al. 1081 (F, G, K, NY); Explorer's Inn, near the confluence of Río Tambopata and Río La

Torre, 39 km SW of Puerto Maldonado, 25-I-1989, Smith, S. F. et al. 1602 (NY).

Puno: Río Candamo, fila at mouth of Río Guacamayo, 26-V-1992, Gentry et al. 77212 (MO).

San Martín: Prov. Mariscal Cáceres, Distr. Tocache Nuevo, Quebrada de Huaquisha, río Huallaga, 30-VI-1974, Schunke 7070 (F); Prov. Mariscal Cáceres, Distrito Tocache Nuev, Quebrada de Ishichimi, 7-I-1979, Schunke 10696 (MO).

Ucayali: Prov. Atayala, Yaminahua-Raya, Ríos Urubamba, Río Inuya y Río Mapuya, 1-VII-2000, Beltran & Retejo 3610 (USM); Prov. Coronel Portillo, Bosque Nacional von Humboldt, Pucallpa-Tingo María Road, 13-II-1981, Gentry et al. 31298 (MO, USM); Bosque Nacional von Humboldt, km 88 on Pucallpa-Tingo Maria road, 12-III-1982, Gentry et al. 36276a (F); Bosque Nacional von Humboldt, km 88 on Pucallpa-Tingo María road, ca. 3 km S on Carretera Margenal in construction, 12-III-1982, Gentry et al. 36278 (MO); Pucallpa, Bosque Nacional Alexander von Humboldt, 1-XI-1998, Proyecto CICA 8 (USM); Prov. Coronel Portillo, 80 km al SE de Pucallpa, cuenca del Río Shesha, 18-I-2001, Roque 2265 (USM); Prov. Coronel Portillo, 80 km al SE de Pucallpa, cuenca del Río Shesha, 21-I-2001, Roque 2384 (USM); East Perú, basin of middle Ucayali River, Yarina Cocha, 1924, Tessmann 5473 (G, NY); Yarina Cocha, X-1925, Tessmann 5485 (NY).

6. *Quiina gentryi* J.V. Schneid. & Zizka, Candollea 58: 467. 2003.

Tipo. Perú, Madre de Dios: Prov. Manú, Parque Nacional del Manú, Río Manú, Cocha Cashu Station, 350 m, 26-III-1981, Foster & Janson 8327 (holotipo F, no. 1945128, 1945129, dos pliegos).

Arboles o **arbustos** 1,5-15 m de alto. Entrenudos terminales lateralmente comprimidos o subcilíndricos, 3-5 mm de diámetro, glabros o densamente pubescentes, los pelos 0,1 mm de largo. **Hojas** pecioladas; estípulas ovadas, 1,7-3,2 x 0,65-1,4 cm, base redondeada, ápice agudo hasta acuminado, con nervios laterales conspicuos, en ambas caras glabras o en su base pubescentes; pecíolo subcilíndrico, a veces canaliculado, 0,4-1,2 cm de largo, 3-5 mm de diámetro; lámina (cartácea-)subcoriácea, elíptica, 26,5-34 x 10-12,8 cm, base aguda o angostamente redondeada, ápice acuminado, en el haz glabra o esparcidamente pubescente a lo largo del nervio principal-, en el envés esparcidamente pubescente hasta pilosa a lo largo del nervio principal (pelos < 0,1-0,8 mm de largo); margen entero o diminutamente serrulado; nervios secundarios 14-29 en cada mitad foliar, en el haz (inconspicuamente) prominentes, en el envés prominentes, 0,8-3,7 cm distantes entre si alrededor de la mitad de la lámina, entre los nervios adyacentes 0-1(-2) nervios intersecundarios. **Inflorescencia** masculina no observada, inflorescencia hermafrodita botrioide, con 7-36 flores, con una flor por bráctea; pedunculos 1-2 por axila foliar, 3,2-6,7 cm de largo, 1,4-5 mm de diámetro, conspicuamente engrosados al madurar los frutos, densamente pubescentes (pelos < 0,1 mm de largo); brácteas alternas, irregularmente

dispuestos, ovadas, 1,1-1,2 x 0,7-0,8 mm, ápice agudo; bracteolas ovadas, ca. 0,3 x 0,2 mm; pedicelo por debajo de la articulación hasta 2-4,5 mm de largo, por encima de la articulación cilíndrico, punta distal no ensanchada, 2-6 mm de largo, 0,9-2,3 mm de diámetro, conspicuamente engrosado al madurar los frutos. **Flores** no observadas; sépalos 4-5, coriáceos, ovados hasta elípticos, 1-2,4 x 1-2,8 mm, ápice obtuso hasta redondeado, en el envés ± glabros; pétalos y estambres no observados; ovario 2-loculado, estilos 2. **Fruto** elíptico-ovado hasta elíptico, longitudinalmente surcado, (2,3-)3,5-3,6 x (0,9-)1,3-1,7 cm, ápice obtuso, glabros; semillas 1-2 por fruto, ca. 1,6 x 1,15 cm, elípticas, densamente vellosas, pelos 0,2-0,6 mm de largo.

Distribución y ecología. Se observó en Colombia, Ecuador y Perú. En bosques pluviales bajos y premontanos; 380-540 m s.n.m.

Especímenes examinados del Perú. Loreto: Prov. Maynas, Caserío Roca Eterna, Bajo Amazonas, 14-XII-1990, Grández 2247 (MO). **Madre de Dios:** Prov. Manú, National Parc, Río Manú, Cocha Cashu Station, 26-III-1981, Foster, R. B. & Janson 8327 (F); Cocha Cashu Camp, Manú National Parc, 21-X-1979, Gentry et al. 27081 (F).

7. *Quiina grandifolia* Mildbr., Notizbl. Bot. Gart. Berlin-Dahlem 11: 299. 1931.

Tipo. Perú. Loreto: River basin of the Marañon from Iquitos to the mouth of Río Santiago near Pongo de Manseriche, 17-IX-1924, Tessmann 4060 (tipo, G, NY, fotos F, GH).

Arboles hasta 17 m de alto. Entrenudos terminales lateralmente comprimidos hasta subcilíndricos, pubescentes, glabrescentes. **Hojas** pecioladas; estípulas ovadas, agudas, en el haz glabras, en el envés glabras hasta esparcidamente pubescentes, 1,5-1,8 × 0,6-0,7 cm; pecíolo subcilíndrico, canaliculado, 0,3-1,1 cm largo, 0,4-0,7 mm de diámetro; lamina subcoriácea, elíptica(-obovada), ca. 28-39 x 11-19 cm, la base redondeada hasta obtusa (o cuneada), ápice brevemente acuminado (hasta agudo), en ambas caras ± glabra; margen diminutamente serrulado; nervios secundarios ca. 15-22 en cada mitad foliar, en ambas caras ± prominentes, entre los nervios adyacentes 0-1(-2) nervios intersecundarios. Inflorescencia masculina tirsoide, con 35-40 flores, inflorescencia hermafrodita no observada; pedúnculos 1-3 por axila foliar, 1,2-1,8 cm de largo, 0,6-1,3 mm de diámetro, ± glabros; brácteas ± opuestas, ovadas, 1,5-2,6 x 1-1,6 mm, ± pubescentes; bracteolas ovadas, 1,4-1,6 x 0,8-1,2 mm; pedicelo por debajo de la articulación hasta 3 mm de largo, por encima de la articulación 6-7,5 mm de largo, 0,3-0,4 mm de diámetro. **Flores** ca. 4 mm de diámetro; sépalos 4, coriáceos, ovados hasta elípticos, 1,6-2,3 x 1,2-2,6 mm, ápice agudo hasta redondeado, en el envés ± glabros; pétalos 4, amarillentos, (elíptico-)obovados,

2,7-2,8 x 2-2,1 mm; estambres en flores masculinas ca. 53; ovario no visto. **Frutos** y semillas no vistos.

Distribución y ecología. Distribuída en Ecuador y Perú. Crece en bosques de tierra firme.

Notas. Una especie poco concocida, pero fácil a reconocer por sus estípulas adyacentes fusionadas.

Especímenes examinados del Perú. LORETO: River basin of the Marañon from Iquitos to the mouth of Río Santiago near Pongo de Manseriche, 17-IX-1924, Tessmann 4060 (G, NY, fotos F, GH).

8. ***Quiina integrifolia*** Pulle, Recueil Trav. Bot. Néerl. 9(2): 153. 1912.

Tipo. Surinam. In forests near Abontjoeman, 15-V-1910, Eingeborener Sammler 276 (U).

Quiina rigidifolia Pires, Bol. Técn. Inst. Agron. N. 20: 45. 1950.

Tipo. Brasil. Amazonas: Municipality Humaitá, on plateau between Rio Livramento and Rio Ipixuna, 7-18-XI-1934, Krukoff 7090 (holotipo IAN, isotipos A, BM, BR, G, NY, RB, S, U).

Arboles o **arbustos** 7-25 m de alto. Entrenudos terminales lateralmente comprimidos o subcilíndricos, 2-6 mm de diámetro, pubescentes hasta densamente tomentosos, los pelos ± marron-ferrugíneos hasta pálidos, 0,1-0,6(-1,5) mm de largo, glabrescentes. **Hojas** conspicuamente pecioladas; estípulas coriáceas, estrechamente (triangular-)ovadas, 0,3-0,85 x 0,07-0,4 cm, ápice agudo u obtuso, en el haz ± glabras, en el envés pubescentes hasta pilosas, los pelos 0,1-1,5 mm de largo, raras veces glabras; pecíolo subcilíndrico, no canaliculado, (0,6-)1,3-4,7 cm de largo, (1,5-)2-4,5 mm de diámetro; lamina coriácea, rígida, elíptica, elíptica-obovada o elíptica-ovada, (9,8-)12-28,5 x 3,4-11,6 cm, base decurrente a lo largo del nervio principal, atenuada, raras veces aguda o cuneada, ápice brevemente (sub) acuminado, agudo u obtuso, en el haz glabra, en el envés a lo largo del nervio principal pubescente hasta pilosa, glabrescente; margen entero; nervios secundarios 9-18 en cada mitad foliar, en el haz imprimidos hasta prominentes, en el envés prominentes, más prominentes que en el haz, (0,5-) 0,8-3,1 cm distantes entre si alrededor de la mitad de la lámina, entre los nervios adyacentes 0-2(-6) nervios intersecundarios. Inflorescencia masculina tirsoide, con 20-150 flores, las flores en fascículos de 3-7, inflorescencia hermafrodita botrioide, con 9-20 flores, con una flor por bráctea; pedúnculos 1-2(-3) por axila foliar, 1,5-14,5 cm de largo, 0,8-3 mm de diámetro, conspicuamente

engrosados al madurar los frutos, densamente tomentosos, los pelos 0,1-0,5 mm de largo; brácteas opuestas o ± alternas, irregularmente dispuestas, ovadas, 1-3,5 x 0,8-1,5 mm; bractéoles ovadas, 0,3-1 x 0,3-0,7 mm; pedicelo por debajo de la articulación 0,3-1,8 mm de largo, por encima de la articulación (sub-)cilíndrico, punta distal inconspicuamente ensanchada, 1,8-8 mm de largo, 0,4-2,8 mm de diámetro, conspicuamente engrosado al madurar los frutos, esparcidamente pubescente hasta tomentoso, glabrescente. **Flores** 3,5-4,5 mm de diámetro; sépalos 4-5, coriáceos, elípticos, ovados o suborbiculares, 1-3,1 x 1-3,6 mm, ápice agudo, obtuso o redondeado, en el envés tomentosos; pétalos 4-5, obovados hasta elípticos, 2,5-3,8 x 1,6-2,4 mm; estambres 21-37 en flores masculinas, 12-16 en flores hermafroditas, filamentos 1,3-1,8 mm de largo; ovario 2-loculado, estilos 2, 1,2-2 mm de largo. Fruto (ovado)elíptico, 1,9-3,1 x 1-2 cm, longitudinalmente estriado-surcado, ápice redondeado hasta agudo, ± glabro; semillas 1-2 por fruto, elípticas, ca. 1,2 x 0,8 cm, densamente vellosas (pelos 1-1,1 mm de largo).

Distribución y ecología. Esta especie se concoce de Surinam, Guyana Francesa y Brasil.

Notas. ***Q. integrifolia*** es fácil a reconocer por sus inflorescencias generalmente tomentosas, sus hojas rígidas con la base decurrente a lo largo del nervio principal. ***Q. macrophylla***, la cual tiene también inflorescencias tomentosas, se diferencia por estípulas más largas y la base de la hoja no decurrente conspicuamente.

Especímenes examinados del Perú. Loreto: Región de Amazonas, Dtto. Las Amazonas; Explornapo Camp, cerca de Sucusari, a lo largo del río Napo, 6-III-1991, Pipoly et al. 14706 (MO); Prov. Maynas, Dtto. Iquitos, Puerto Almendras, 26-VII-1988, van der Werff et al. 9775 (MO).

9. ***Quiina macrophylla*** Tul., Ann. Sci. Nat. Bot. ser. 3, 11: 164. 1849.

Tipo. Colombia. Concepción d'Arana, Goudot s.n. (holotipo, P, fotos F, MO).

Quiina spruceana Engl., Mart. Fl. Bras. 12(1): 481. 1888.

Tipo. Brasil. Amazonas: near Panuré, Rio Uaupés, X-1852-I-1853, Spruce 2672 (holotipo, K; isotipos, B†, BM, BR, NY, TCD n.v., W, fotos F, GH, MO).

Quiina macrophylla Ule, Verh. Bot. Vereins Prov. Brandenburg 48: 183. 1906.

Tipo. Brasil. Amazonas: Rio Juruá, Bom Fin, at a high place of the Jarapó, XI-1900, Ule 5026 (B†, G, K, L, NY, fotos F, GH, NY).

Quiina ulei Pulle, Recueil Trav. Bot. Néerl. 9(2): 154. 1912.

Tipo. Brasil. Amazonas: Rio Juruá, Bom Fin, at a high place of the Jarapó, XI-1900, Ule 5026 (B†, G, K, L, NY, fotos F, GH, NY).

Quiina schippii Standl., Publ. Field Columbian Mus., Bot. Ser. 8: 26. 1930.

Tipo. Belize. Stann Creek: Middlesex, 13-VII-1929, Schipp 238 (holotipo, F 598219; isotipos, BM, G, K, NY, S).

Arboles o **arbustos** 2,5-20 m de alto. Entrenudos terminales subcilíndricos hasta lateralmente comprimidos, (1,2-)2-5 mm de diámetro, (esparcidamente) tomentosos, los pelos 0,1-1,3 mm de largo. **Hojas** pecioladas; estípulas subuladas hasta lanceoladas, 0,5-3 x 0,06-0,27(-0,9) cm, base atenuada, ápice agudo hasta acuminado, en el haz ± glabras, en el envés tomentosas hasta esparcidamente pilosas; pecíolo subcilíndrico, a veces canaliculado, 0,3-1,4 cm de largo, 1-5 mm de diámetro; lamina (sub-) coriácea, (obovado) elíptica hasta ovado-elíptica, 4,5-33,5 x 1,7-13,7 cm, base redondeada, cuneada, aguda o atenuada, ápice agudo o brevemente acuminado, en ambas caras tomentosa a lo largo del nervio principal o glabra; margen entero o diminutamente serrulado; nervios secundarios 9-23 en cada mitad foliar, en el haz al nivel de la superficie hasta inconspicuamente prominentes, en el envés (inconspicuamente) prominentes, 0,4-3,3 cm distantes entre si alrededor de la mitad de la lámina, entre los nervios adyacentes 1-6(-numerosos) nervios intersecundarios. **Inflorescencia** masculina tirsoide, con (27-) 40-115 flores, las flores en fascículos de (1)3-5, inflorescencia hermafrodita botrioide, con (12-)17-55 flores, con una flor por bráctea, raras veces en su base en fascículos de 3; pedúnculos 1-2(-4) por axila foliar, 1,1-9,2 cm de largo, 0,5-2 mm de diámetro, tomentosos; brácteas alternas hasta opuestas, ovadas, 0,7-2(-2,5) x 0,4-1,4 mm; bracteolas subuladas hasta angostamente ovadas, 0,4-1 x 0,1-0,3 mm; pedicelo por debajo de la articulación 0,2-1,4(-2,5) mm de largo, por encima de la articulación (sub)cilíndrico, punta distal no ensanchada, 1-4 mm de largo, (0,25-)0,3-1,2 mm de diámetro, glabro (o esparcidamente pubescente). **Flores** 2-3,5 mm de diámetro; sépalos 3-4, coriáceos, ovados, elípticos, suborbiculares u obovados, 0,8-2,4 x 0,7-2,2 mm, ápice redondeado hasta agudo, en el envés glabros o esparcidamente pubescentes; pétalos 3-4, blancos o amarillos, (elíptico-)obovados hasta suborbiculares, 2-3,2 x 1,2-2,2 mm; estambres en flores masculinas 18-33, en flores hermafroditas 10-14, filamentos 0,8-2,4 mm de largo, en flores hermafroditas frecuentemente adnados a los pétalos; ovario 2(-3)-loculado, estilos 2(-3), 1,1-2,4 mm de largo. **Fruto** elíptico hasta subgloboso (hasta piriforme-obovado), longitudinalmente estriado-surcado, 0,8-1,5 x 0,4-0,8 cm, ápice agudo hasta redondeado, a veces concavo; semillas 1-2 por fruto, elípticas, 0,6-1 x 0,3-0,65 cm, densamente vellosas (pelos 0,9-2 mm de largo).

Distribución y ecología. Ampliamente distribuída en America Central, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Brasil. En bosques ribereños, várzea, bosques pluviales bajos, estacionalmente indundados; 40-350 m s.n.m.

Notas. Esta especie se caracteriza sobre todo por el indumento tomentoso de las inflorescencias y los pedicelos relativamente cortos, las cuales estan dispuestos irregularmente. Algunas muestras no demostraron una indumentación densa, por lo cual su separación de especies vegetativamente similares (como algunas muestras de ***Q. cruegeriana*** o ***Q. florida***) es más dificil.

Especímenes examinados del Perú

Loreto: Prov. Maynas, Puerto Almendras, Río Nanay, above Iquitos, 22-II-1979, Gentry et al. 24950 (F); Prov. Maynas, Mishana, Río Nanay, halfway between Iquitos and Santa María de Nanay, 26-II-1979, Gentry & Aronson 25112 (MO); Prov. Loreto, River Tigre, about 5 km NW from the village San Antonio (or Miraflores), 1-IX-1988, Kalliola et al. TR88-255b (USM); SE of Pucallpa, next hasta the junction of the río Pachitea and the río Yuyapichis, village of Panuana and surroundings, 30-IX-1985, Morawetz & Wallnöfer 18-30985 (W); Prov. Requena, Jenaro Herrera, Río Ucayali, Cocha Cashu, 12-XII-1984, Peters & Hammond 4784 (F, NY); Prov. Maynas, Mishana, Río Nanay, 19-II-1990, Ruíz 1420 (MO); Prov. Maynas, Sanangal, right margen of Río Itaya, 1 hour from Iquitos, near Yanayaco, 9-VIII-1980, Vásquez et al. 387 (AAU, NY); Prov. Maynas, Almendras, Río Nanay, 20-XII-1982, Vásquez & Jaramillo 3633 (K); Prov. Maynas, San Antonio, Río Pintuyacu, 21-IV-1986, Vásquez et al. 7491 (F).

Madre de Dios: Manu, Blanquillo Forest, Río Madre de Dios, 14-II-1993, Nuñez, P. et al. 15106 (USM); Manu, Plot at Collpa de Blanquillo, Río Madre de Dios, 13-X-1994, Nuñez, P. et al. 16370 (USM).

Pasco: Prov. Oxapampa, Valle del Pichis, Puerto Bermudez, 10 km downriver, E of island, Reserva Mumusqui «Nuevo Hoboken», XII-1980, Foster, R. B. & Wright 8049 (F).

10. ***Quiina pteridophylla*** (Radlk.) Pires, Bol. Técn. Inst. Agron. N. 20: 48. 1950.

Touroulia pteridophylla Radlk., Sitzungsber. Math.-Phys. Cl. Königl. Bayer. Akad. Wiss. München 19: 218. 1889 [1890].

Tipo. Brasil. Amazonas: Japurá River, Martius s.n. (M, fotos GH, MO).

Quiina acutangula Ducke, Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro 4: 143. 1925.

Type. Brasil. Pará: Serra Pontada, between Almeirim and Prainha, 12-IX-1923, Ducke s.n. (RB, S, fotos GH, MO, NY).

Arboles hasta 18 m de alto. Entrenudos terminales cilíndricos, profundamente surcado-costados, con 3-6 costae, (0,1-)0,2-0,6 cm de diámetro, pubescentes, los pelos 0,1-0,5 mm de largo. Hojas verticiladas, con 3-6 hojas por nudo, pecioladas; estípulas generalmente solitarias entre los pecíolos adyacentes, estipitadas, setosas hasta foliosas, subuladas, ovado-elípticas u oblongo-elípticas, (0,4-)0,9-7,4 x (0,05-)0,2-2,2 cm, base redondeada hasta atenuada, ápice agudo, acuminado o (casi siempre) cuspidadas, en ambas caras pubescentes, raras veces glabras; pecíolo ± subcilíndrico, no canaliculado, 0,5-4 cm de largo, (0,7-)1-4 cm de diámetro; lamina en plantas jóvenes pinnatífida, en plantas adultas simple, cartácea (hasta subcoriácea), elíptica hasta obovada, 4,3-31,5 x 1,3-8,5 cm, base atenuada o cuneada, ápice (sub)acuminado, agudo, obtuso o emarginado, en el haz glabra o esparcidamente pubescente a lo largo del nervio principal, en el envés ± pubescente a lo largo del nervio principal, a veces en todo el envés; margen diminutamente serrulado hasta serrado; nervios secundarios 12-30 en cada mitad foliar, en el haz inconspicuamente prominentes o al nivel de la superficie, en el envés (inconspicuamente) prominentes, raras veces al nivel de la superficie, generalmente más prominentes en el envés, 0,2-2,3 cm distantes entre si alrededor de la mitad de la lámina, entre los nervios adyacentes 1-4(-7) nervios intersecundarios. **Inflorescencia** masculina botrioide o tirsoide, con (12-)28-65 flores, las flores en fascículos de (1)3(6), inflorescencia hermafrodita botrioide, con 8-29 flores, las flores solitarias (o en fascículos de 3); pedúnculos 1-2(-5) por axila foliar, subcilíndricos, 1,4-11,4 cm de largo, 0,4-2 mm de diámetro, engrosado al madurar los frutos, ± densamente pubescentes; brácteas alternas, opuestas o verticiladas, ovadas hasta subuladas, a veces plicadas, 0,7-2,6(-5) x 0,4-1 mm; bracteolas ovadas hasta subuladas, 0,3-0,6 x 0,1-0,25 mm; pedicelo por debajo de la articulación 0,2-1,3 mm de largo, por encima de la articulación (sub-) cilíndrico, punta distal ensanchada, 2-8 mm de largo, (0,15-)0,2-0,8 mm de diámetro, inconspicuamente engrosado al madurar los frutos, ± densamente pubescente. Flores 2,5-4,5 mm de diámetro; sépalos (4)5, cartáceos, frecuentemente translucidos, ovados, elípticos, suborbiculares u obovados, 0,8-2 x 0,6-1,8 mm, ápice agudo hasta redondeado, en el haz glabros o pubescentes; pétalos 5(-6), blancos, amarillos o color crema, (elíptico-)obovados (o suborbiculares), 2-3 x (1,2-)1,5-2,3 mm; estambres (17-)35-43 en flores masculinas, 13-17 en flores hermafroditas, filamentos 0,8-1,4 mm de largo; ovario 2-loculado, estilos 2, 0,9-2,1 mm de largo. Fruto elíptico hasta obovado, longitudinalmente estriado-surcado, 0,9-1,7 x 0,5-0,9 cm, ápice redondeado, glabro; semillas 1(-2) por fruto, elípticas, 0,55-0,8 x 0,4-0,65 cm, vellosas (pelos 0,2-1 mm de largo).

Distribución y ecología. Ampliamente distribuída en Colombia, Venezuela, Surinam, Guyana Francesa, Perú, Brasil y Bolivia. Crece en bosques pluviales (pre)montanos o bajos; 50-500(-1100) m s.n.m.

Notas. ***Q. pteridophylla*** es la especie más aislada dentro del género, debido a las hojas verticiladas (y pinnatífidas en plantas jóvenes). Por el mismo carácter es también fácil de identificar.

Especímen examinado del Perú. Loreto: A lo largo Río Nanay, Campamento Balatero(?), Alto Nanay, 8-VI-1929, Williams, L. 1079 (F).

11. ***Quiina obovata*** Tul., Ann. Sci. Nat. Bot. ser. 3, 11: 157. 1849.

Tipo. Guyana Francesa. Cayenne, Martin s.n. (holotipo, P; isotipos, B, K, NY, U, fotos A, MO).

Quiina albiflora A. C. Sm., Trop. Woods 58: 30. 1939.

Tipo. Guyana. NW slopes of Kanuku Mountains, In drainage of Moku-moku Creek (Takutu tributary), 1-IV-1938, Smith, A. C. 3414 (F, IAN, K, MO, NY, P, S, W).

Quiina oblanceolata Sandwith, Bull. Misc. Inform. 1939/40: 546. 1940.

Tipo. Guyana. Wiruni River, Davis in Forest Department 2606 (K).

Arboles hasta 20 m de alto. Entrenudos terminales lateralmente comprimidos o subcilíndricos, 1,3-5 mm de diámetro, esparcida hasta densamente pubescentes, los pelos 0,1-0,6(-1) mm. **Hojas** pecioladas; estípulas subuladas hasta angostamente elípticas, 0,35-2 x 0,06-0,25 cm, encorvadas hacia arriba desde su base, ápice agudo, en ambas caras densamente pubescentes o glabras; pecíolo subcilíndrico, a veces inconspicuamente canaliculado, 0,5-3,7 cm de largo, 1-4 mm de diámetro; lamina (cartácea-)subcoriácea hasta coriácea, obovada (hasta elíptica), 6,1-36,5 x 2,4-12,2 cm, base cuneada hasta atenuada, raras veces aguda, ápice brevemente (sub) acuminado, redondeado, emarginado, obtuso o agudo, en el haz ± glabra, en el envés glabra o esparcidamente pubescente, raras veces con pelos esparcidos en toda la superficie; margen diminutamente serrado, raras veces entero; nervios secundarios 14-55 en cada mitad foliar, en el haz (inconspicuamente) prominentes, más prominentes en el haz, en el envés al nivel de la superficie o inconspicuamente prominentes, 0,2-2,7 cm distantes entre si alrededor de la mitad de la lámina, entre los nervios adyacentes 0-1(-3) nervios intersecundarios. Inflorescencia masculina botrioide hasta tirsoide, con 5-23 flores, las flores solitarias o en fascículos de 3, inflorescencia hermafrodita fasciculada, ramificada en la base, botrioide hasta tirsoide, con 3-15 flores (por eje principal); pedúnculos 1-4 por axila foliar, 0,2-2,7 cm de largo, 0,5-1,7 mm de diámetro, esparcida hasta densamente pubescentes; brácteas (sub)opuestas, triangular-ovadas hasta elíptico-ovadas, 0,6-2,0 x 0,3-1 mm; bracteolas ± ovadas, 0,4-0,6 x ca. 0,3 mm; pedicelo por debajo de la articulación 0,3-2 mm de largo,

por encima de la articulación (sub-)cilíndrico, punta distal no o inconspicuamente ensanchada, (2-)3,5-10,5(16) mm de largo, 0,2-1,2 mm de diámetro, glabro o esparcidamente pubescente. **Flores** 2,5-4 mm de diámetro; sépalos 4-5, coriáceos, elípticos, oblongos, ovados u obovados, 1,1-2,1 x (0,6-)0,8-1,9 mm, ápice agudo hasta redondeado, en el envés ± glabros; pétalos 4-6, blancos, amarillos o color crema, obovados o elíptico-suborbiculares, 1,6-3 x 1-2,4 mm; estambres en flores masculinas 15-32, en flores hermafroditas 10-12, filamentos 0,8-1,8 mm de largo; ovario 2-loculado, estilos 2, 1-1,8 mm de largo. **Fruto** subgloboso, elíptico hasta piriforme-obovado, longitudinalmente estriado-surcado, 0,8-1,4 x 0,4-1,2 cm, ápice redondeado o subacuminado; semillas 1-2 por fruto, (sub-)globosas hasta elíptico-ovadas, 0,5-0,8 x 0,4-0,65 cm, densamente vellosas (pelos 0,3-0,7 mm de largo).

Distribución y ecología. Ampliamente distribuída en Sudamerica tropical, desde Venezuela y las Guyanas hasta Perú y Brasil. Común en bosques ribereños, en bosques pluviales montanos y bajos; 0-500(-1200) m s.n.m.

Notas. ***Q. obovata*** se caracteriza en primer lugar por los nervios secundarios más prominentes en el haz y las láminas de las hojas obovadas (raras veces elípticas) con el ápice corto, subacuminado hasta emarginado. La especie más similar es ***Q. cruegeriana***, la cual a veces es dificil de separar debido a caracteres intermedios entre ambas especies (nervadura más prominente en el haz, pero la forma de las estípulas y hojas más parecida a ***Q. cruegeriana***). En plantas jóvenes, las hojas pueden medir hasta más de 1 m de largo.

Especímenes examinados del Perú.

AMAZONAS: Trail E of Huampani to Shaim, 1-VIII-1974, Berlin 1928 (FR, MO).

HUANUCO: Prov. Pachitea, Region of Pucallpa, western part of the «Sira mountains» and adjacent lowland, from C. 20 km to 24 km SE of Puerto Inca, crest of the mountain range going W to E from the Campamento Oro, 23-V-1988, Wallnöfer 12-23588 (K, W).

LORETO: Prov. Maynas, Río Yubineto, tributary of Río Putumayo. Mamepo, 23-IV-1978, Haxaire 4167 (MO); Prov. Maynas, Dtto. Iquitos, Carretera Iquitos-Nauta, km 5, 29-II-1988, Rimachi 8481 (MO, USM); Prov. Maynas, River Momón, near to the tourist lodge of Amazon Selva Tours, 18-V-1990, Ruokolainen et al. 303 (USM); Prov. Maynas, Alpahuayo, 6-VI-1985, Vásquez et al. 6603 (AAU, F, NY); Prov. Maynas, Iquitos, km 44, carretera Iquitos-Nauta, 7-IV-1989, Vásquez, R. & Jaramillo 12009 (MO); Prov. Maynas, Allpahuayo, 11/1990, Vásquez, R. & Jaramillo 14687 (MO); Prov. Maynas, Allpahuayo, XI-1990, Vásquez, R. & Jaramillo 15142 (MO); Prov. Maynas, Allpahuayo; Estación Experimental del IIAP, XI-1990, Vásquez, R. & Jaramillo 15167 (MO); Prov. Maynas, Iquitos, Allpahuayo, 23-V-1991, Vásquez, R. & Jaramillo 16350 (MO).

Pasco: Prov. Oxapampa, Valle del Pichis, Puerto Bermudez, 10 km downriver, E of island, Reserva Musmuqui «Nuevo Hoboken», XII-1980, Foster, R. B. & Wright 8170 (F); Shiringamazu, ca. 20 km S of Iscozacin, Río Palcazu valley, 7-VII-1988, Gentry et al. 63384 (MO, USM).

Puno: Prov. Carabaya, Cabeceras del Río Candamo, 14-XII-1996, Cornejo & Balarezo 2851 (MO).

12. ***Quiina rhytidopus*** Tul., Ann. Sci. Nat. Bot. ser. 3, 11: 166. 1849.

Tipo. Brasil. Amazonas: Lagoons Pedrero (?), Schomburgk 928 (holotipo, P; isotipos, F, G, K, fotos A, F, MO, NY).

Quiina micrantha Tul., Ann. Sci. Nat. Bot. ser. 3, 11: 160. 1849.

Tipo. Brasil. Amazonas: Ega, Poeppig 2852 (F, G, GOET, L, W, fotos F, GH).

Arbustos o **árboles** hasta 10 m de alto. Entrenudos terminales lateralmente comprimidos o subcilíndricos, (0,8-)1-4 mm de diámetro, densamente pubescentes hasta pilosos, los pelos 0,1-0,9 mm de largo. **Hojas** pecioladas; estípulas (ovado-) elípticas hasta subuladas, (0,23-)0,35-2,9 x 0,03-0,45 cm, ápice agudo hasta subacuminado, en el haz glabras o esparcidamente pubescentes, en el envés glabras o pubescentes hasta pilosas; pecíolo subcilíndrico, a veces canaliculado, (0,15-)0,2-1,1 cm de largo, (0,8-)1-3,5 mm de diámetro; lamina subcoriácea, raras veces coriácea o cartácea, elíptica hasta ovada, raras veces elíptico-obovada, 4,4-27 x 1,2-10,1 cm, base redondeada, aguda, atenuada o cuneada, ápice agudo hasta (sub)acuminado, en el haz ± glabra, en el envés a lo largo del nervio principal pubescente hasta pilosa; margen entero; nervios secundarios (8-)9-21 en cada mitad foliar, en el haz imprimidos hasta inconspicuamente prominentes, en el envés (inconspicuamente) prominentes, 0,2-3,5 cm distantes entre si alrededor de la mitad de la lámina, entre los nervios adyacentes 0-4(-numerosos) nervios intersecundarios. Inflorescencia masculina tirsoide, con (9-)19-67 flores, las flores en fascículos de (1)3 (-6), inflorescencia hermafrodita botrioide, con (3-)7-27 flores, con una flor por bráctea; pedúnculos 1-2(-3) por axila foliar, (0,65-)1-6,8 cm de largo, 0,4-1,6 mm de diámetro, inconspicuamente ensanchado al madurar los frutos, ± densamente pubescentes; brácteas opuestas (hasta alternas), triangulares hasta ovadas, 0,7-2,5(-4) x 0,5-1,2 mm; bracteolas triangulares hasta ovadas, 0,2-0,7 x 0,1-0,3 mm; pedicelo por debajo de la articulación 1,4(-2) mm de largo, por encima de la articulación (sub-)cilíndrico o lateralmente comprimidos, punta distal inconspicuamente o no ensanchada, (1-)1,5-6 mm de largo, (0,15-)0,2-0,8 mm de diámetro, inconspicuamente engrosado al madurar los frutos, ± glabro. **Flores** (2,5-)3-5 mm de diámetro; sépalos 4(5), coriáceos, ovados, elípticos, suborbiculares u obovados, 1-3,1 x (0,5-)0,8-2,8 mm, ápice obtuso hasta redondeado, en el envés ± glabros

o esparcidamente pubescentes; pétalos 4(5), blancos, amarillos, color crema, raras veces rosados, (elíptico-)obovados o suborbiculares, (1,3)1,7-4,3 x 1,2-3 mm; estambres en flores masculinas (14-)20-51, en flores hermafroditas 11-24, filamentos 0,8-2,2 mm de largo; ovario 2(-3)-loculado, estilos 2(-3), 1,6-3 mm de largo. **Fruto** elíptico(-ovado) hasta obovado, longitudinalmente estriado-surcado, 1,1-2,3 x 0,5-1,4 cm, ápice agudo hasta redondeado; semillas elípticas hasta obovadas, 0,5-1,8 x 0,3-0,6 cm, vellosas (pelos 0,2-0,7 mm de largo).

Distribución y ecología. Ampliamente distribuída an Sudamerica tropical, observada desde Colombia, Venezuela y Guyana hasta Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia. En bosques ribereños estacionalmente inundados; 0-200(-400) m s.n.m.

Notas. ***Q. rhytidopus*** es una especie restringida a los bosques ribereños, estacionalmente inundados. El carácter más destacante son las estomas ubicadas en cavidades en el envés. A veces se asemeja a ***Q. florida***, la cual se distingue por frutos globosos hasta anchamente elípticos y las estomas posicionadas al nivel de la superficie.

Nombre vulgar. «Pitiroshi» (Matsigenka).

Especímenes examinados del Perú. Loreto: Vicinity of Iquitos, Hacienda Soledad on Río Itaya, 16-XI-1940, Asplund 14544 (S); Prov. Maynas, Margen derecha de Zungaro-cocha, 28-I-1978, Ayala & Vásquez 1427 (MO); Perú, Atún Cocha (Río Samiria), 25-VIII-1983, Ayala & Arévalo 4273 (MO); Prov. Maynas, Río Yavari, around margen of «cocha», across river from Brazilian village of Paumari, 23-XI-1977, Gentry & Revilla 20807 (NY); Prov. Maynas, Yanamono Explorama Tourist Camp, Río Amazonas above mouth of Río Napo, 28-XII-1982, Gentry & Emmons 38755 (MO); Prov. Requena, Jenaro Herrera, río Ucayali, Caño Supay, Jenaro Herrera, 22-I-1985, Peters 31 (F, NY); Prov. Maynas, Caserio, Sungaro Cocha, 16-II-1976, Revilla 169 (F, NY); Prov. Maynas, Río Nanay, Caserio Lupuna, 17-XII-1976, Revilla 2079 (F); Prov. Maynas, near San Fernando, Río Yavari, 23-I-1977, Revilla 2255 (F, NY); Prov. Maynas, near San Fernando, Río Yavari, 23-I-1977, Revilla 2257 (F); Vicinity of Iquitos, 1977, Revilla 3592 (MO); Prov. Maynas, Iquitos, Carretera de San José across Río Itaya from Iquitos, 17-I-1974, Rimachi 710 (MO); Prov. Maynas, Dtto. Iquitos, Río Nanay near Bellavista, 6-III-1974, Rimachi 912 (MO); Prov. Maynas, Río Momón, margen de la orilla hasta el cacerío de Balcón, 24-XI-1993, Rimachi 10797 (USM); Morona Cocha, Iquitos, 15-XII-1962, Schunke 6263 (F); Prov. Maynas, Mishana, a lo largo del Río Nanay, 20-VIII-1988, van der Werff et al. 10203 (MO); Prov. Maynas, Buena Vista, Río Tahuayo, 25-I-1981, Vásquez & Jaramillo 1260 (F, NY); Prov. Maynas, Iquitos: Puerto Almendras, 29-XII-1987, Vásquez, R. & Jaramillo 10198 (MO, USM); Prov. Maynas, Indiana, Explorama Reserve, 22-III-

1990, Vásquez, R. & Jaramillo 13579 (MO, USM); A lo largo del Río Morena (Itaya), Iquitos, 3-V-1929, Williams 67 (F); Iquitos, 30-III-1930, Williams 8067 (F). **Madre de Dios:** Prov. Manu, Parque Nacional Manu, far up Quebrada Fierro, first significant tributary of Río Manu, upriver from Tayakome to West, VII-1998, Shepard 2049 (F).

Agradecimientos

El estudio de las Quiináceas ha sido financiado parcialmente por la Deutsche Forschungsgemeinschaft (Zi 557/3-1) y por la fundación Hermann Willkomm, Frankfurt, Alemania. Agradezco a los directores de los siguientes herbarios por la disposición de sus colecciones: A, AAU, B, BM, BR, CAY, CEN, COL, F, G, GH, IAN, K, L, LE, LPB, M, MO, NY, P, PORT, QCA, R, RB, S, SP, U, UB, ULM, USM, VEN, W, WAG.

Literatura citada

Brummit, R.K. & C.E. Powell (eds). 1992. Authors of Plant Names. Royal Botanic Gardens, Kew. 732 p.

Hickey, L.J. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. Amer. J. Bot. 60:17-33.

Holmgren, P.K., Holmgren, N.H. & L.C. Barnett (eds.). 1990. Index Herbariorum. Part I: the herbaria of the world. 8th ed., New York Botanical Garden, New York (ver también http://www.nybg.org/bsci/ih/ih.html).

Schneider, J.V. 1998. El género *Quiina* (Quiinaceae) con especial referencia a las especies de Venezuela. Acta Bot. Venez. 21(1):1-74.

Schneider J.V., Swenson, U. & G. Zizka. 2002. Phylogenetic reconstruction of the neotropical family Quiinaceae (Malpighiales) based on morphology and some remarks on the evolution of an androdioecious sex distribution. Ann. Missouri Bot. Gard. 89:64-76.

Schneider, J.V., Samuel, R., Stuessy, T.F., Swenson, U. & G. Zizka (en prensa). Phylogeny of Quiinaceae (Malpighiales): evidence from *trnL-trnF* sequence data and morphology. Taxon.

Stearn, W.T. 1992. Botanical Latin. 4th ed., David & Charles, Newton Abbot. 546 p.

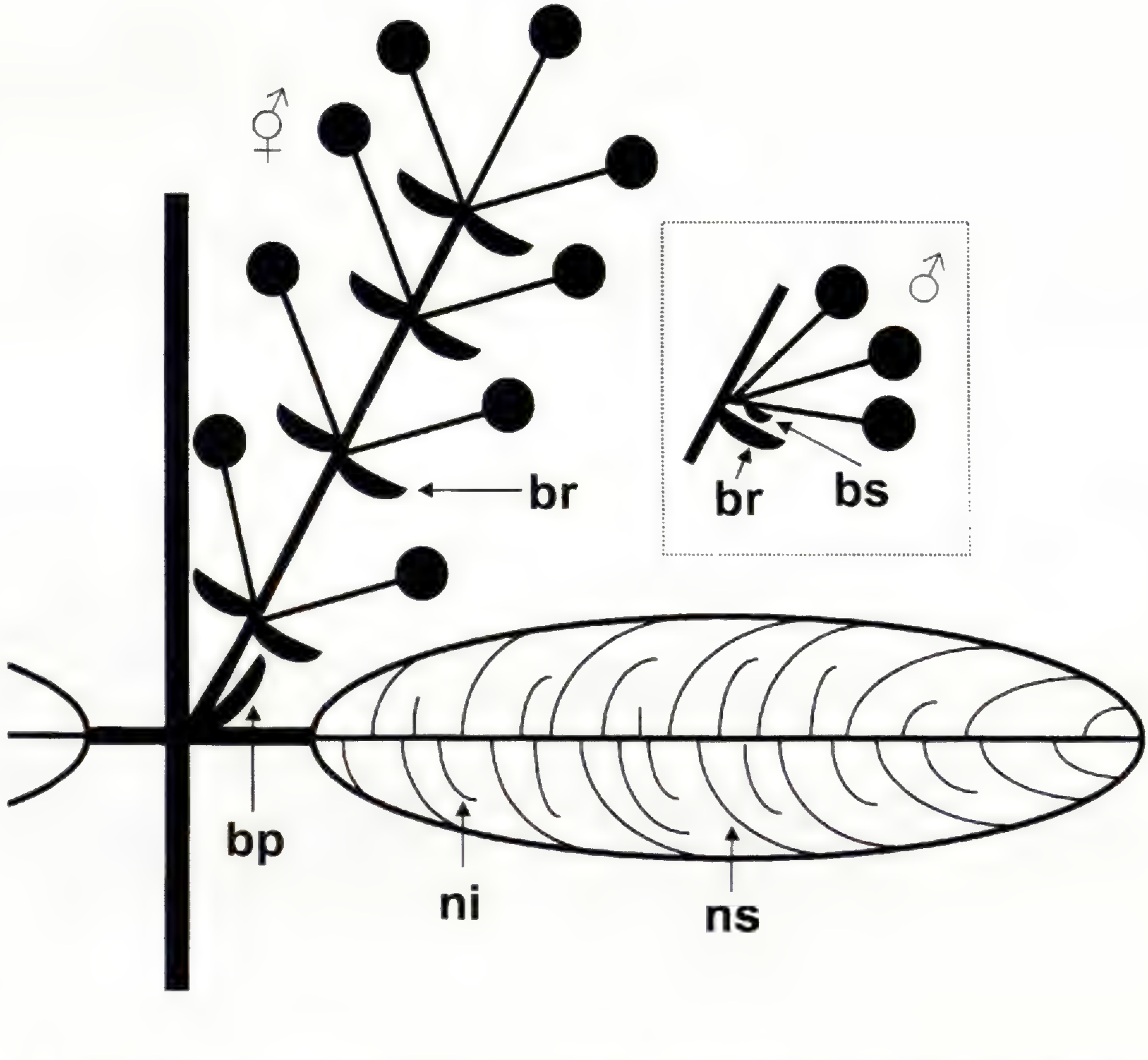


Fig. 1. Nervadura foliar e inflorescencia en ***Quiina***. Inflorescencia botrioide (con una flor por bráctea; generalmente inflorescencias hermafroditas) o tirsoide (con fascículos de 3 hasta > 20 flores por bráctea; generalmente inflorescencias masculinas). bp = bráctea del pedúnculo; br = bráctea; bs = bracteolas; ni = nervios intersecundarios; ns = nervios secundarios.

Arnaldoa
11(1): 75-84 .2004

Notas sobre el género *Masdevallia* (Orchidaceae) en San Pedro de Carpish, Huánuco, Perú

DELSY M. TRUJILLO CHAVEZ
Jr. Ricardo Flores 355-A Lima13 - Perú
delsytrujillo@yahoo.com

Resumen

Se describen e ilustran cuatro especies pertenecientes al género ***Masdevallia*** Ruiz & Pavón (Orchidaceae): ***Masdevallia calosiphon*** Luer, ***Masdevallia carpishica*** Luer & Cloes, ***Masdevallia harlequina*** Luer y ***Masdevallia inmensa*** Luer. colectadas entre los 2050 y los 2550 m.s.n.m. en la localidad de San Pedro de Carpish, departamento de Huánuco.

Abstract

Four species in the genus ***Masdevallia*** Ruiz & Pavón (Orchidaceae): ***Masdevallia calosiphon*** Luer, ***Masdevallia carpishica*** Luer & Cloes, ***Masdevallia harlequina*** Luer y ***Masdevallia inmensa*** Luer. collected between 2050 and 2550 m.s.n.m from San Pedro de Carpish locality, Huánuco department are described and illustrated.

Introducción

La Subtribu Pleurothallidinae, es la subtribu más grande de la Familia Orchidaceae (alrededor de 4 000 especies [Luer.1986]), está compuesta principalmente por plantas pequeñas, carentes de pseudobulbos con tallos unifoliares; inflorescencia normalmente terminal, simple o fasciculada, dística; y el ovario se encuentra visiblemente separado del pedicelo.

El género ***Masdevallia*** Ruiz & Pavón, perteneciente a la Subtribu Pleurothallidinae, cuenta aproximadamente con 536 especies y se encuentra distribuida desde México hasta Bolivia y el sur de Brasil. En el Perú se han reportado algo más de 155 especies (Govaerts et. al. 2003).

Material y métodos

La zona conocida como Carpish, comprende dos localidades: Carpish de Mayobamba y San Pedro de Carpish, que pertenecen al distrito de Chinchao, provincia y departamento de Huánuco y se encuentra entre los 2 000 y 3 010 m.s.n.m.

Con el objetivo de estudiar las Orchidaceae de la zona, entre agosto del 2002 y julio del 2003 se colectaron especímenes del género ***Masdevallia*** en la localidad de San Pedro de Carpish. Las plantas fueron fotografiadas y colectadas cuando éstas se encontraban en floración. Para facilitar la identificación de los especimenes, las flores fueron también preservadas en la solución de Pickling.

Resultados y discusión

En este estudio se ha podido identificar las siguientes especies: ***Masdevallia bicolor*** Poepp., ***Masdevallia calosiphon*** Luer, ***Masdevallia carpishica*** Luer & Cloes, ***Masdevallia harlequina*** Luer y ***Masdevallia inmensa*** Luer.

Masdevallia bicolor Poepp. (Fig. 5-A.) presenta un amplio rango de distribución, desde Venezuela hasta Bolivia (Vásquez & Ibisch 2000); en el Perú, ésta especie se ha reportado para los departamentos de Huánuco (Cuchero), Junín (Chanchamayo) y Loreto (Schweinfurth. 1958, Bennett & Christenson. 1995), ampliándose con éste estudio, su distribución para la zona de Carpish. Las otras cuatro especies han sido reportadas únicamente para el departamento de Huánuco: ***Masdevallia carpishica*** Luer & Cloes y ***Masdevallia harlequina*** Luer en la zona de Carpish (Luer 2002); y ***Masdevallia calosiphon*** Luer y ***Masdevallia inmensa*** Luer. entre Tingo María y Pucallpa (Luer 2002). Éstas cuatro últimas especies, las cuales se han identificado únicamente para el Perú, son descritas e ilustradas en el presente artículo.

Masdevallia calosiphon Luer

Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 79: 120. 2000. (Fig. 1 y 5-D)

Planta epífita, cespitosa, de 19 cm de alto. Ramicaule terete, 7 mm de largo. **Hoja** coriácea, erecta, rígida, peciolada; lámina elíptica, 7 x 2 cm, obtuso, carinada, ápice tridentado, base cuneado; pecíolo y envés de la lámina con puntos negros. **Inflorescencia** 1-3 por hoja, uniflora; pedúnculo terete 5-7 cm de largo. Bráctea floral tubular, 10 mm de largo. **Sépalos** amarillo claro con venas y ápices de las caudas anaranjadas; connatos hasta casi ½ de la longitud total, formando un tubo largo, tercio distal pubescente. Dorsal: oblanceolado, ápice triangular, 3- nervado, 1,9-2,7 x 0,5 cm, cauda 2-3 cm. Laterales: 3-nervado, 1,6-2 x 0,5 cm, cauda 1,9-2,7 cm. **Pétalos** blancos, ápice amarillo claro; oblongo, ápice tridentado, margen labelar con un callo longitudinal, 6 x 1,5 mm. **Labelo** fucsia, oblongo-obovado, agudo, redondeado, 3-nervado, margen revoluto, 5 x 2,5 mm **Columna** Blanca, margen guinda; 4,5 mm de largo. **Ovario** verde con puntos negros, 6 x 2 mm

Masdevallia carpishica Luer & Cloes.

Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 76: 148. 1999. (Fig. 2 y 5-B)

Planta epifita, cespitosa, 24 cm de alto. Ramicaule de 2,4 cm de largo, cubierto por 2 brácteas tubulares. **Hoja** erecta, rígida, coriácea, peciolada, 21 cm de largo incluyendo el pecíolo; lámina elíptica, aguda, base cuneada, 10 x 3 cm; envés de la hoja con puntos negros; pecíolo negro. **Inflorescencia** 1-2 por hoja, uiflora. Pedúnculo terete, 12 cm de largo verde claro con puntos negros. Bráctea floral 11 mm de largo. **Sépalos** amarillo oscuro con púrpura, cauda amarilla; connatos hasta 1/3 de la longitud total, 3-nervados. Dorsal: obovado, ápice triangular, carinado, 4 cm de lago incluyendo la cauda, 0,65 cm la parte mas ancha. Laterales: oblongo-elíptico, acuminado, 4,3 x 0,8 cm **Pétalos** blancos; oblongo, ápice bilobado, margen labelar con un lóbulo en la base, 7,5 x 2 mm. **Labelo** púrpura con amarillo; oblongo- oblanceolado, redondeado, ápice reflexo, con un par de quillas hasta los 2/3 del labelo. 8 x 3 mm. **Columna** blanca con el margen purpura. Semiterete, 6 mm de largo. **Ovario**: 12 mm de largo

Masdevallia harlequina Luer

Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 64: 130. 1997. ***Masdevallia shiraishii*** Königer & Arias, Arcula 7:199,22 Dec. 1997. (Fig. 3 y 6)

Planta epifita, caespitosa.8 cm de alto. Ramicaule erecto, rígido, 1,1 cm de largo, con 2-3 brácteas tubulares. **Hoja** coriácea, peciolada, 7,5 cm de largo incluyendo el pecíolo; lámina elíptica, obtusa, 4 x 2,5 cm., cuneada. **Inflorescencia** uniiflora. Pedúnculo suberecto, de 3-4,2 cm de largo. Bráctea floral tubular, aguda, 12 mm de largo. **Sépalos** amarillo anaranjados, con puntos y manchas guindas; subcuadrados, cóncavos en la parte media distal. Dorsal: 15 x 11 mm, cauda 46 mm, connato a los sépalos laterales por 5 mm. Laterales: 11 x 9 mm cauda 69 mm. **Pétalos** blancos; triangulares, ápice ligeramente trilobulado, margen labelar con una proyección enrollada; 6 x 3 mm **Labelo** amarillo con puntos guindas, ápice negro; ovado-lanceolado, ápice trilobulado, margen fimbriado, 5,5 x 3 mm **Columna** blanca, semiterete, 4,5 mm de largo. **Ovario** negro, 5 mm de largo.

Masdevallia inmensa Luer

Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 79: 122.2000. (Fig. 4 y 5-C)

Planta epifita, cespitosa. Ramicaule negro, rígido, cubierto por 2-3 brácteas tubulares. **Hoja** coriácea, erecta, peciolada, base cuneada, 8 de largo incluyendo el pecíolo; lámina elíptica, obtusa, 4,5 x 2 cm. **Inflorescencia** uniflora, pedúnculo 11 cm de largo. Bráctea floral 1 cm. **Sépalos** blanco cremosos, con tonos suaves de marrón y amarillo cerca de la base, caudas amarillas. Dorsal: elíptico, cóncavo, 5- nervado, 18 x 13 mm cauda 44 mm, connato a los sépalos laterales por 5 mm. Laterales: Oblongo obtuso

3-nervados, 19 x 11 mm, cauda 42 mm. **Pétalos** oblongo, ápice ligeramente tridentado, margen labelar con una proyección en la base; 6 x 3 mm. **Labelo** elíptico oblongo, subagudo, ápice con un pequeño callo en el medio;5,5 x 2 mm. **Columna** semiterete, 4,5 mm de largo. **Ovario**: 9 mm. de largo

Agradecimientos

A la Dra. Haydee Montoya T. por la revisión del manuscrito original. Asimismo a la Blga. Martha Trujillo Ch. por la toma de las fotografías de ***M. calosiphon*** y ***M. inmensa***.

Literatura citada

Bennett, D.E., Jr. & E.A. Christenson. 1995. Icones Orchidacearum Peruviarum. pl. 290.

Luer C. A. 1986. Icones Pleurothallidinarum XXII: Systematics of the subtribe Pleurothallidinae (Orchidaceae). Monogr. Syst.Bot. 15:1-81.

_____. 2002. Icones Pleurothallidinarum XXIII: Systematics of Masdevallia, Part Four. M. Subgenus Masdevallia, Section Masvedallia, Subsection Caudate, Subsection Oscillantes, Subsection Saltatrices. Monogr. Syst.Bot. Missouri Botanical Garden 87: 781, 833-834,839-840.

Govaerts R., Cribb P. & Wood J. 2003. Provisional Checklist of Orchidaceae. Monocot Checklist Project. Royal Botanic Gardens, Kew.

Schweinfurth Ch. 1958. Orchids of Perú. Fieldiana; Botany 30 (1): 229-231

Vásquez R. & P. L. Ibisch. 2000. Orquídeas de Bolivia. Diversidad y estado de conservación. Vol. 1. Subtribu Pleurothallidinae. 1ª edición. Editorial F.A.N., Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 550 pp.

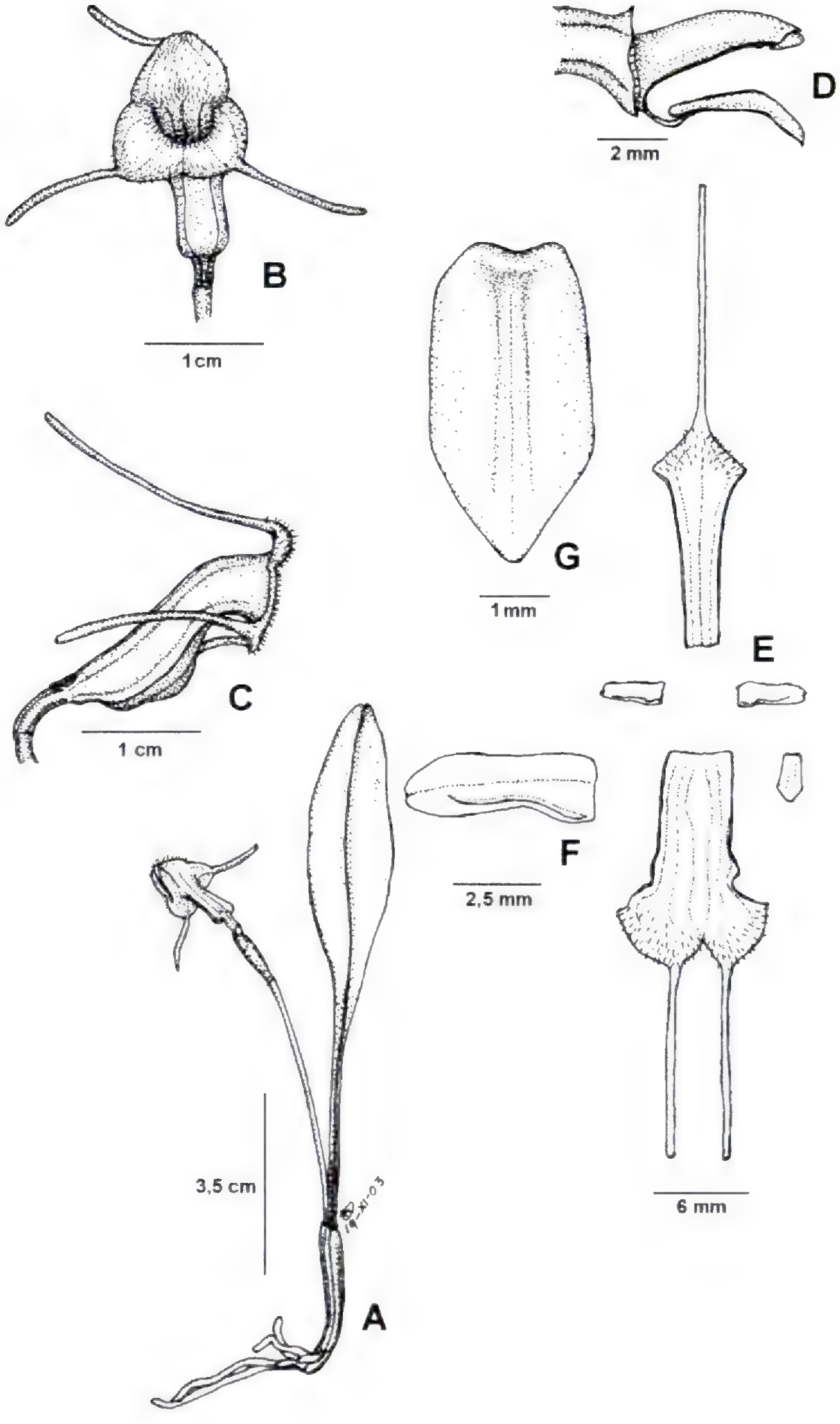


Fig. 1. ***Masdevallia calosiphon*** Luer.: **A**. Planta en flor; **B.** Flor (de frente); **C**. Flor (perfil); **D.** Columna y labelo (perfil); **E.** Perianto disecado; **F**. Pétalo; **G.** Labelo.

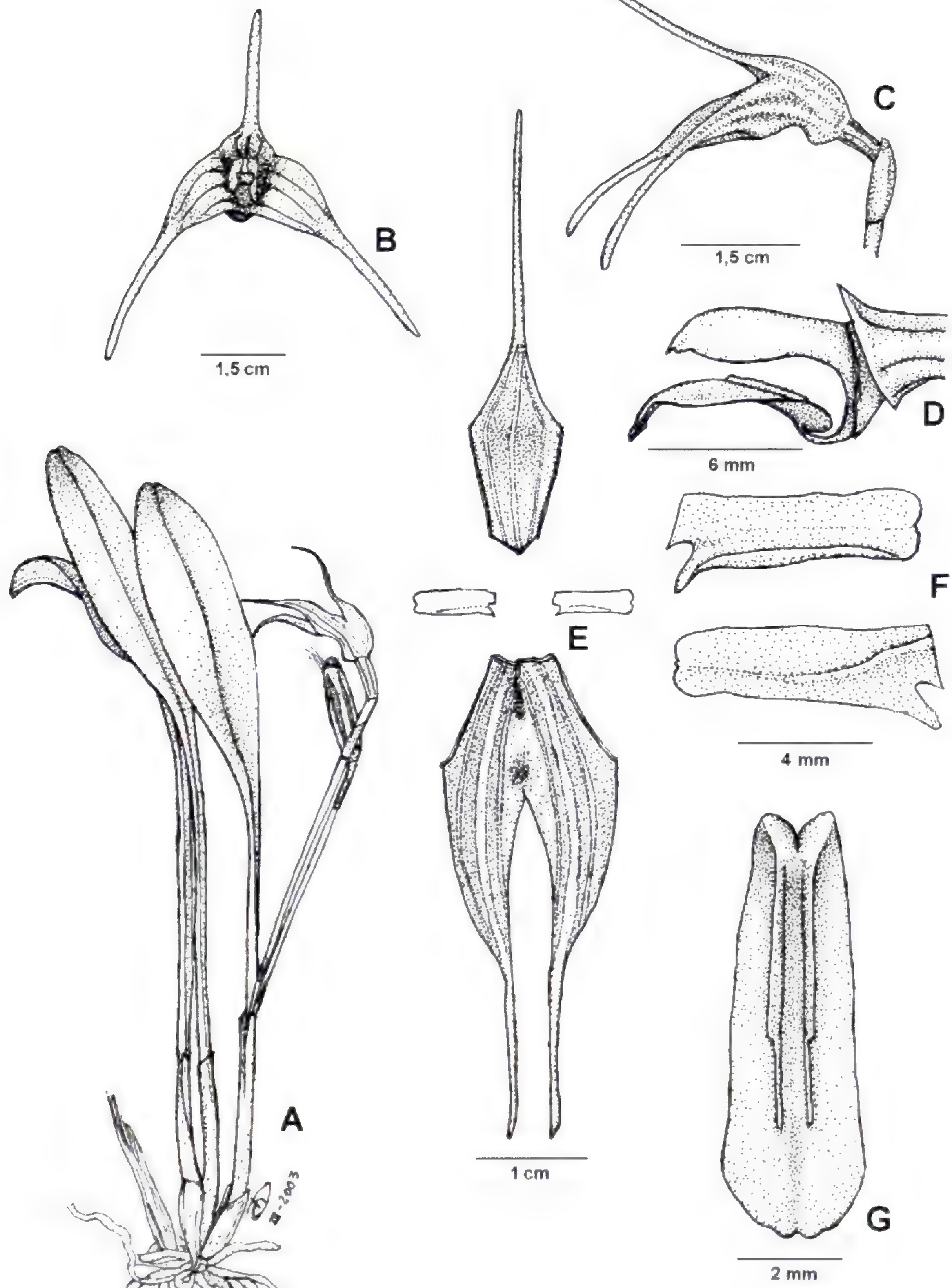


Fig. 2. ***Masdevallia carpishica*** Luer & Cloes: **A**. Planta en flor; **B.** Flor (de frente); **C**. Flor (perfil); **D.** Columna y labelo (perfil); **E.** Perianto disecado; **F**. Pétalo; **G.** Labelo.

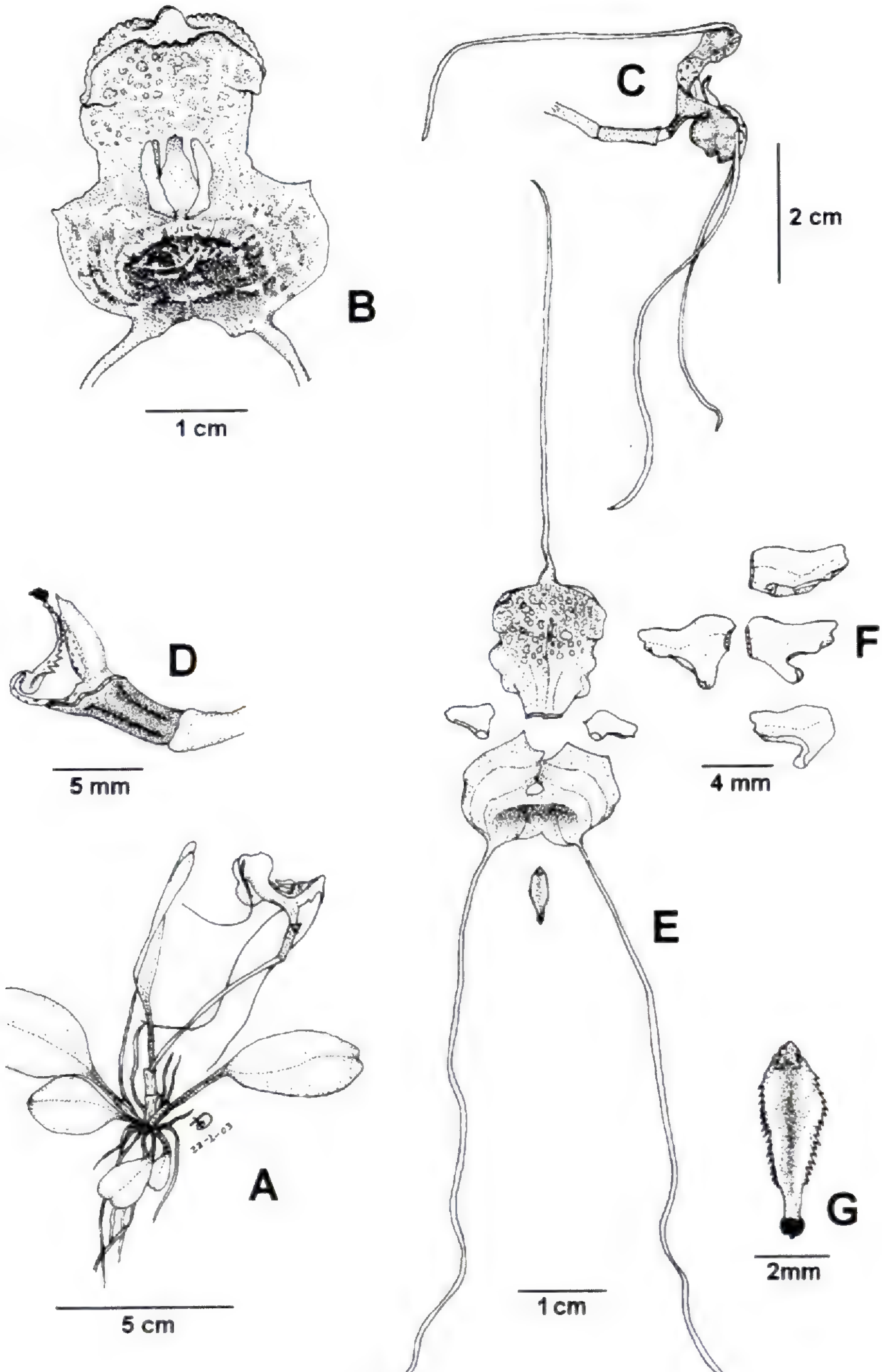


Fig. 3. ***Masdevallia harlequina*** Luer: **A**. Planta en flor; **B.** Flor (de frente); **C**. Flor (perfil); **D.** Columna y labelo (perfil); **E.** Perianto disecado; **F**. Pétalo; **G.** Labelo.

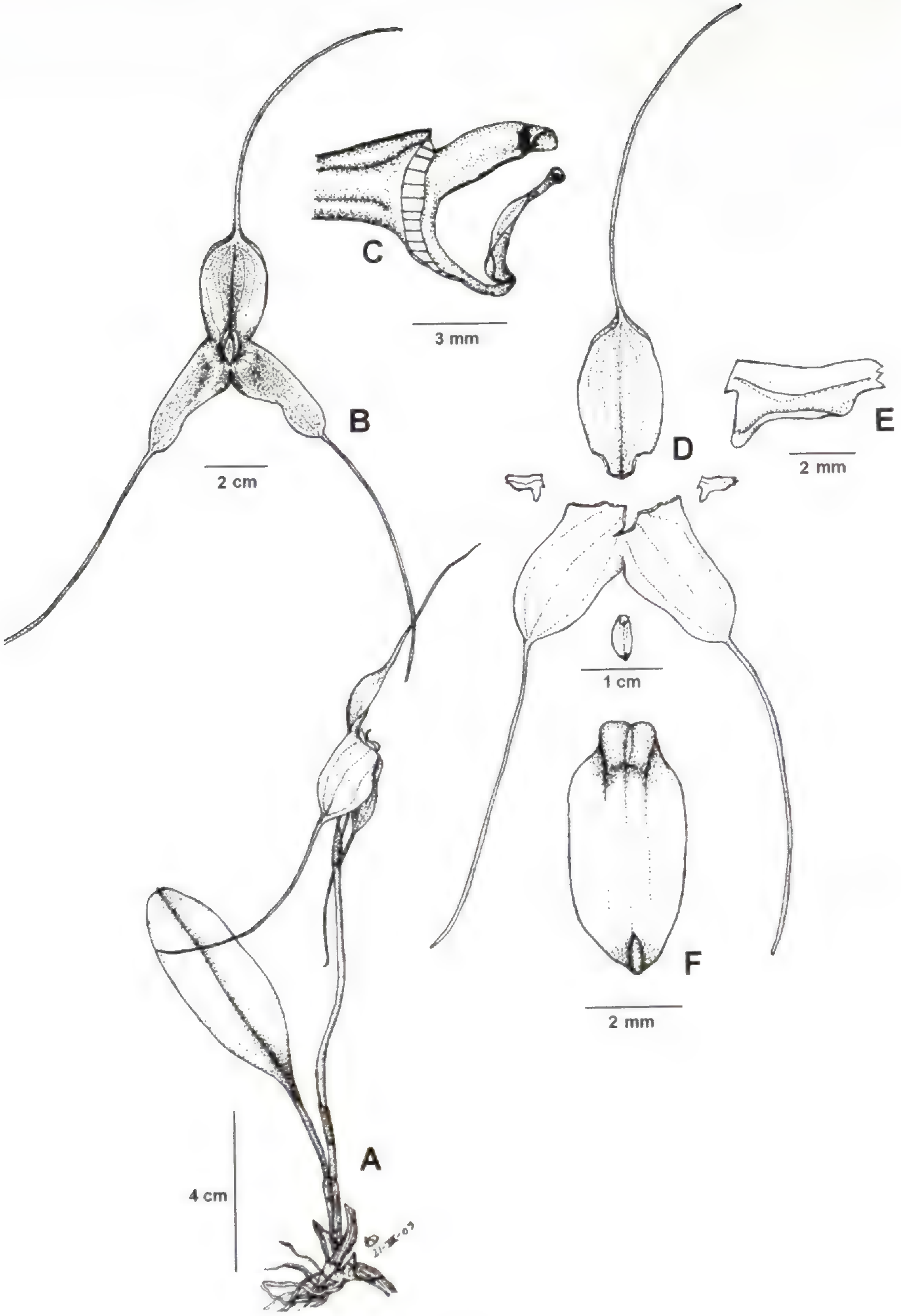


Fig. 4. ***Masdevallia inmensa*** Luer: **A.** Planta en flor; **B.** Flor (de frente); **C.** Columna y labelo (perfil); **D.** Perianto disecado; **E.** Pétalo; **F.** Labelo.

Fig. 5. **A.** ***Masdevallia bicolor*** Poepp; **B.** ***Masdevallia carpishica*** Luer & Cloes; **C.** ***Masdevallia inmensa*** Luer; **D.** ***Masdevallia calosiphon*** Luer.

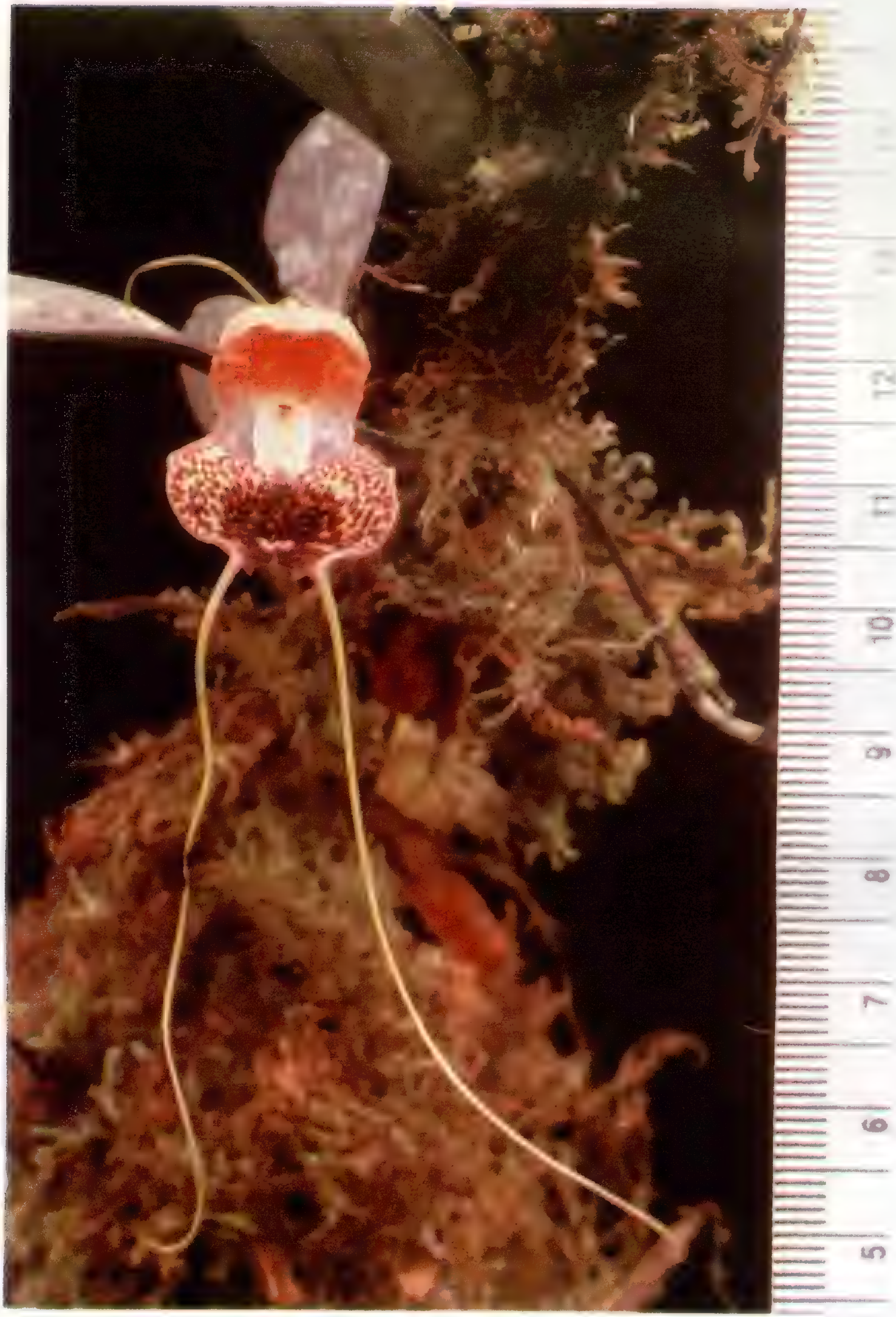


Fig. 6. ***Masdevallia harlequina*** Luer

Arnaldoa
11(1): 85 - 102. 2004

Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: I. El concepto de los bosques secos en el Perú

REYNALDO LINARES-PALOMINO
Herbario MOL-Forestales
Facultad de Ciencias Forestales
Universidad Nacional Agraria La Molina
Apdo. Postal 456, LIMA 1 – PERU
pseudobombax@yahoo.co.uk

Resumen

Generalmente cuando se menciona a los bosques secos en el Perú, se piensa primero en los bosques de algarrobo que se encuentran en la costa norte del país (por ejemplo Piura, Lambayeque). Es cierto que la mayor extensión de esta formación vegetal está en los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque. Pero distribuidos en varios departamentos a todo lo largo del Perú, existen fragmentos y remanentes de bosque seco, muchas veces ignorados. Por otro lado, se considera que los bosques secos son bosques en estado de degradación o en estadio intermedio entre el desierto o la sabana y el bosque húmedo, generalmente atribuidos a acciones antrópicas (deforestación y sobrepastoreo). A consecuencia de ello se consideran ecosistemas paupérrimos y poco diversos. En el Perú existen diversas definiciones de bosque seco y no todas coinciden en sus enunciados. Esto genera confusión entre los usuarios de estas definiciones. El panorama es menos alentador aun en un contexto más continental, ya que cada país desde México hasta Argentina tiene una gama de definiciones del bosque seco. En esta revisión se trata de aclarar estos y otros puntos, así como de revisar el concepto de bosques secos.

Abstract

When talking about dry forest in Peru, the first image that comes to mind are the algarrobo stands located on the northern coast of the country (e.g. Piura, Lambayeque). Although it is true that the greatest extension of this vegetation formatio n belongs to the departments of Tumbes, Piura and Lambayeque, fragments and remnants of dry forest can still be found in several other locations all along the country. Additionally, dry forests are considered heavily degraded or intermediate ecosystems, between deserts or savannas and the humid rain forest, this, usually attributed to anthropic actions (deforestation and overgrazing). As a consequence, they are regarded as depauperate and low diversity ecosystems. In Peru we find several and sometimes contrasting definitions of a 'dry forest'. This generates confusion among users of this definition. On a continental level,

the situation is worse, since in every country, from Mexico to Argentina, a suite of definitions exist to define this formation. This revision, attempts to clarify this and other issues on a local (Peruvian) level.

Distribución de los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos en el Neotrópico

Sin entrar todavía en el tema de qué es lo que se debe considerar como un bosque seco, muchos de los estudios de la distribución de lo que se ha considerado tradicionalmente como bosque seco en el Neotrópico, se han realizado en los últimos 25 años, y en particular en la última década. Ha habido diversos esfuerzos por identificar y clasificar las formaciones de vegetación estacional en la región (Smith & Johnston, 1945; Hueck, 1959 y 1978; Sarmiento, 1975; Gentry, 1995; Prado, 2000; Eva *et al*., 2002). Pennington *et al*. (2000) produjeron un mapa de las formaciones vegetales estacionales en el Neotrópico, diferenciando los bosques secos, las sabanas y el Chaco (Figura 1).

En un estudio reciente (Linares-Palomino, 2002; Linares-Palomino *et al*., 2003) se determinó que los bosques secos en el Neotrópico se pueden dividir en al menos tres grandes grupos fitogeográficos distintos: (1) un grupo Mesoamericano1 – Caribeño (incluyendo el norte de Sudamérica), (2) un grupo Ecuatoriano – Peruano y (3) un grupo Boliviano – Argentino. A estos grupos habría que añadir las extensas formaciones de las Caatingas en Brasil (Prado, 1991) y así se tendría cuatro grupos principales de bosques secos en el Neotrópico. Estos resultados son diferentes de las divisiones fitogeográficas postuladas para las formaciones de vegetación seca por Sarmiento (1975). Sarmiento propuso cuatro regiones de flora árida para Sudamérica: (1) del sur de México, a través de América Central, pasando por el norte de Sudamérica y más al sur hasta Perú, (2) el noreste y centro de Brasil junto con los bosques chaqueños de Bolivia y Paraguay, (3) los bosques chaqueños en si mismos, y (4) los bosques y matorrales mediterráneos siempre-verdes del centro sur de Chile. Está demostrado que la vegetación del Chaco es florísticamente muy diferente de los bosques secos adyacentes en Argentina, Bolivia y Paraguay y de las Caatingas, y que es mucho más afín con la vegetación de los Cerrados *sensu lato* en Brasil y Bolivia (Prado, 1991; 1993a y 1993b). De la misma manera habría que excluir a la vegetación mediterránea siempre-verde del centro-sur de Chile, ya que sus características climáticas y geográficas, además de las florísticas, la hacen distinta (Hueck, 1959 y 1978).

El origen de cada uno de estos grupos fitogeográficos se basa sobre una historia geológica y climatológica compleja en América Latina. A parte de eventos geológicamente jóvenes como los eventos glaciales e inter-glaciales durante el cuaternario, eventos mucho más viejos, como de tectónica de placas y el levantamiento de los Andes fueron importantes en formar la vegetación actual en la región (Burnham & Graham, 1999, Linares-Palomino *et al*., 2003).

El problema de la definición de bosques tropicales estacionalmente secos en el Perú

'Los bosques secos en su sentido más amplio han sido definidos de diversas maneras. Según Murphy & Lugo (1995), estos bosques han sido definidos basándose en su fisonomía (bosques, monte, matorral, etc.), monto de lluvia recibido (seco o sub-húmedo), estacionalidad (bosques estacionalmente húmedos o estacionalmente secos), longevidad del follaje (bosques siempre-verdes, semi siempre-verdes, semi-deciduos, deciduos) y sustrato (bosques sobre piedra caliza). El considerar tipos de vegetación fisonómicamente parecidos como bosques secos también se ha dado. A lo largo de la historia de la biogeografía en el Neotrópico, se ha juntado en un mismo grupo los bosques secos, el Chaco, los Cerrados, las Caatingas, la Prepuna, los desiertos y las lomas (por ejemplo: Hueck, 1959 y 1978, Sarmiento 1975, Cabrera & Willink, 1973). Los problemas derivados de lo expuesto son evidentes. Los bosques secos han sido muchas veces considerados como componentes degradados de formaciones vegetales más densas, ricas y exuberantes. Esto ha influenciado la percepción que se tiene de su valor como objetos de conservación y de investigación. Otro problema es que tantos nombres y definiciones traen confusión, diferentes personas tienen ideas diferentes de las características de un bosque seco.

El Perú no ha sido la excepción a estos problemas y esto se refleja en la diversidad de definiciones, no siempre coincidentes, de lo que es un bosque seco, dónde es que se distribuyen y cuál es su composición florística. En lo que sigue se hará un breve resumen de las más importantes contribuciones a la definición de los bosques secos en el Perú. (Muchos de los nombres científicos de las especies mencionadas en las referencias originales están escritos incorrectamente o con binomios en desuso, sin embargo se ha respetado la información original de la fuente y se citan los nombres científicos sin modificaciones. En el Anexo se presenta un listado de las especies mencionadas en el texto con sus nombres actualmente en uso y aceptados).

1. El sistema de Zonas de Vida de Holdridge y el Mapa Ecológico del Perú (INRENA, 1975)

En la región Neotropical uno de los principales sistemas usados para clasificar la vegetación es el de zonas de vida (Holdridge, 1947). Esta basado en parámetros climáticos (temperatura, precipitación y humedad) y de latitud, en relación con la vegetación (Holdridge, sin fecha). Sin embargo una de las críticas que ha recibido el método de Holdridge, es que no incluye la estacionalidad como un componente de la definición. Y más aún, desde que los bosques secos están afectados por eventos estacionales de lluvias y sequías de moderados a fuertes (intra- e inter-anualmente), está claro que este tipo de información debería de estar incluida en la definición.

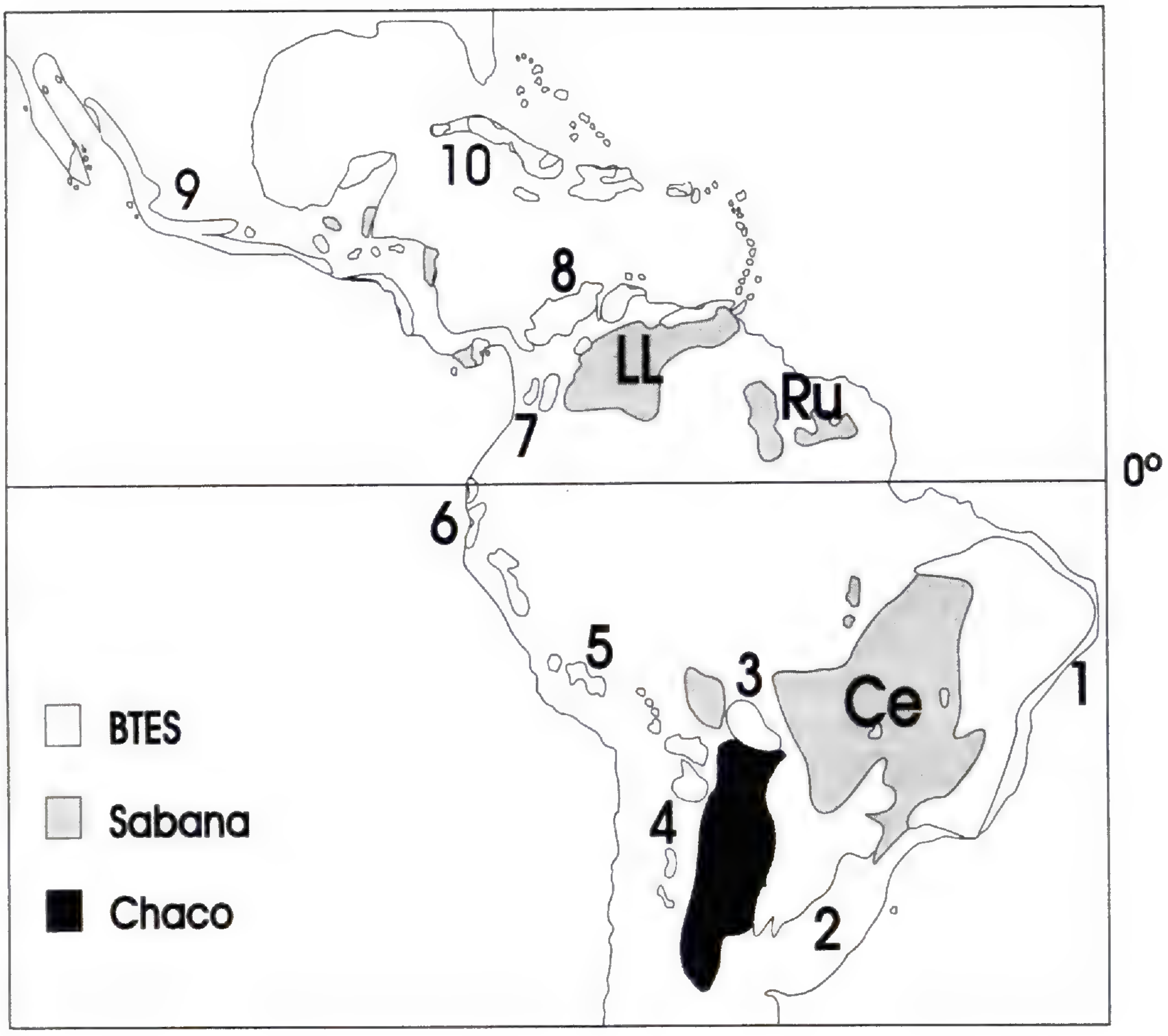


Fig. 1: La distribución de la vegetación estacionalmente seca en el Neotrópico. **A.** Bosques tropicales estacionalmente secos; 1. Caatingas. 2. Núcleo Misiones. 3. Región Boliviana de Chiquitania. 4. Núcleo Piedemonte. 5. Valles interandinos Boliviano y Peruanos. 6. Costa Pacífica Ecuatoriana 7. Valles interandinos Colombianos 8. Costas caribeña de Colombia y Venezuela 9. Mesoamérica 10. Antillas **B.** Sabanas: Ce. Cerrado. Ll. Llanos Ru. Rupununi Ch: Chao (Modificado de Pennington et at., 2000)

En el Perú, este sistema reconoce seis zonas de vida que pueden ser consideradas como bosques secos (Tabla 1), y que ocupan unos 44642 km^2 (equivalente al 3.51% del territorio nacional). Estas zonas de vida están determinadas por una precipitación anual generalmente baja (de 250mm - 2000mm), biotemperatura media anual encima de 17ºC y relación de evapotranspiración potencial entre uno y ocho, y a pesar de que la zona de vida está basada en la formación vegetal más típica, todo el área no es necesariamente homogéneo (Lugo *et al.*, 1999).

El mapa ecológico del Perú (INRENA, 1975) describe cada zona de vida en cuanto a su Ubicación y Extensión, Clima, Relieve y Suelos, Vegetación y Uso Actual y Potencial de las Tierras. En el presente trabajo sólo se hará un breve resumen, para mayores detalles debe consultarse el documento original.

1. Bosque muy seco Tropical

Se le conoce también como sabana y se distribuye en Tumbes, en sus límites con el Ecuador. Además también se le encuentra en los valles de los ríos Marañón, Chamaya, Chinchipe y Utcubamba, estas formaciones se encuentran entre los 700 y 1000msnm. El bosque clímax sólo tiene dos estratos y el más alto llega a los 20m con árboles con DAP (diámetro a la altura del pecho) entre 40 y 60cm. Es de resaltar la presencia de abundantes cactáceas y bromelias epífitas en las copas de los árboles. Especies forestales importantes son ***Bombax discolor***, ***Alseis peruviana***, ***Triplaris guayaquilensis***, ***Hura crepitans***, ***Tabebuia crysantha***, entre otros.

2. Bosque seco Montano Bajo Tropical y Subtropical

Ocupan los valles mesoandinos entre los 2500 y 3200msnm, asimismo en el valle del Mantaro y Chalhuanca, Vilcanota y Marañón. La vegetación en estas zonas de vida está muy degradada y en su mayor parte ha sido sustituida por cultivos. Esta zona de vida puede ser caracterizada por la presencia de ***Spartium junceum***, ***Agave americana***, ***Dodonaea viscosa***, entre otros.

3. Bosque seco Premontano Tropical y Bosque seco Subtropical

Se distribuyen principalmente en Tumbes, el primero y en las vertientes occidentales de los Andes hasta los 8º, así como en los valles interandinos del Chamaya, Cajamarca y Condebamba (Cajamarca), Marañón (La Libertad), Huallaga (Huánuco), Mantaro (Huancavelica), Tablachaca y Apurímac (Apurímac) y Urubamba en el sector de Quillabamba (Cusco) el segundo. Altitudinalmente se ubica entre los 1000 y 2250msnm. La vegetación la componen bosques con árboles de más de 20m de altura y diámetros de entre 40 y 100cm ó sabanas, esta última sobre todo en los valles interandinos con árboles y arbustos de porte más bajo.

4. Bosque seco Tropical

Se ubica principalmente en el valle del Huallaga central, en los alrededores de Tarapoto, Bellavista y Juanjuí, pero también está en la confluencia de los ríos Perené y Ene y cerca de Quillabamba en alturas entre 300 y 850msnm. La vegetación está compuesta principalmente por un bosque alto de especies caducifolias. Se distinguen tres estratos, el más alto llega a más de 30m. Es notable la casi ausencia de epifitas. Son especies indicadoras los cactus del género ***Cereus***, además de especies leguminosas de los géneros ***Acacia*** y ***Pithecellobium***.

Tabla 1

Zonas de Vida que incluyen bosque seco según el Mapa Ecológico del Perú (INRENA, 1975)

Formación vegetal	Km^2	Superficie % de la Superficie total del Perú
Bosque muy seco Tropical	3167	0.25
Bosque seco Montano Bajo Subtropical	6225	0.49
Bosque seco Montano Bajo Tropical	13715	1.08
Bosque seco Premontano Tropical[1]	14476	1.14
Bosque seco Subtropical[2]	1665	0.13
Bosque seco Tropical[3]	5394	0.42
TOTAL	44642	3.51

1 Incluye la transición bosque seco Premontano Tropical a bosque seco Tropical.

2 Incluye la transición bosque seco Subtropical a bosque húmedo Subtropical.

3 Incluye las transiciones bosque seco Tropical transición a bosque húmedo Subtropical y Bosque seco Tropical transición a bosque húmedo Premontano Tropical.

2. El mapa de Formaciones Vegetales de Weberbauer (1936) y trabajos relacionados

Weberbauer (ver por ejemplo 1911, 1912, 1914, 1929-1930) en sus trabajos sobre la vegetación del Perú se refiere muchas veces a formaciones "parecidas a sabana", "sabana arbórea" y "tipo parque" y al parecer pocas veces vio las formaciones más densas y boscosas. Sin embargo, identificó casi la totalidad de las formaciones de bosques secos existentes en el Perú. Muchas son ahora sólo fragmentos.

Se pueden reconocer en su clasificación de 1936 las siguintes formaciones con bosques estacionales:

1. La región Costera del Norte de paisaje tipo parque decíduo

Comprende el cinturón costero al norte de los 4º 20'. La vegetación más abundante es la formación a manera de parque y decídua. Consiste de campos de herbáceas, cactus columnares y plantas leñosas, a veces esparcidas, a veces agrupadas. Al principio de la época seca, las hierbas se marchitan y la mayoría de las plantas leñosas pierde su follaje. La leñosa mas abundante es ***Loxopterygium huasango***, aunque ***Caesalpinia corymbosa*** y ***Bursera graveolens*** tambien son comunes.

2. Los valles Interandinos al sur del grado 11º

Se menciona que en el fondo y en las partes bajas de los valles de esta región crecen formaciones xerofíticas, donde los cactus columnares son conspícuos, mientras que las leñosas solo cargan hojas durante la corta temporada de lluvias. Weberbauer incluye en esta región los valles del Apurimac, Pachachaca, Pampas, Urubamba y Mantaro.

3. La sección Interandina del Valle del Huallaga

La vegetación xerofítica aparece por debajo de los 3000 metros y alrededor de los 2200 aparecen como dominantes los cactus, siendo el más representativo una especie de ***Cephalocereus***.

4. El Valle Interandino del Marañón, desde su inicio hasta los 6º30'

La disposición de la vegetación es similar a la de los valles mencionados anteriormente, presentando las partes bajas de los valles la vegetación xerofítica característica, siendo ***Jacaranda acutifolia***, ***Cercidium praecox***, ***Piptadenia colubrina***, ***Caesalpinia corymbosa*** y ***Banisteria leiocarpa*** comunes.

5. Las faldas occidentales de los Andes entre el Río Moche y el Río Zaña

Menciona una region entre el desierto y la jalca, entre los 1200 y 1800msnm, donde predominan pequeños árboles del género ***Bombax***, asociados a cactus columnares y otras xerófitas. Aca de nuevo la vegetación es decídua.

6. Las faldas occidentales y la región Interandina del Norte extremo

Sobre las faldas occidentales menciona la región por debajo de los 1600msnm, donde son comunes ***Bombax discolor***, ***Caesalpinia corymbosa***, ***Erythrina*** sp., ***Bursera graveolens*** y ***Loxopterygium huasango***. De vegetación similar es la parte baja del valle del río Quiroz, Marañón, Chamaya, Utcubamba y Huancabamba.

Uno de los problemas con esta clasificación, es que Weberbauer nunca definió los parámetros de cada una de estas formaciones. Todo su trabajo se basó en la fisonomía y composición florística de éstas.

Una metodología similar fue empleada por Ferreyra (1983) al estudiar los bosques en Tumbes. Llama asociación Ceibal a aquella dominada por el Ceibo (***Ceiba trichistandra***) alejada del litoral y en altitudes entre 100 msnm a 600 msnm o más. El bosque es de 20 a 25 m de alto y caducifolio. El Algarrobal es aquel donde domina ***Prosopis pallida***, y es considerado una sabana.

3. El Mapa Forestal del Perú (INRENA, 1995) y del Proyecto Algarrobo (1993)

El Mapa Forestal del Perú (INRENA, 1995) es un mapa de vegetación con potencial forestal y por ello quizás no el más indicado para bosques secos, ya que estos no pueden soportar actividades de extracción maderera por sus mismas características ecológicas. Sin embargo, reconoce cuatro tipos de formaciones de bosque seco (Tabla 2) dentro de lo que denomina formaciones vegetales de zonas áridas y semiáridas, que ocupan un área de 39451 km^2 (equivalente al 3.07% de la superficie del territorio nacional). La mayor parte de ellas (92.12%) se ubican en la costa con las formaciones de bosque seco tipo sabana, bosque seco de colina y bosque seco de montañas. El restante 7.88% pertenece a los bosques secos de los valles interandinos. A continuación se hará un breve resumen de cada una de estas formaciones.

1. Bosque seco tipo sabana

Se distribuye principalmente en las llanuras de las costas de Tumbes, Piura y Lambayeque, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 500msnm, que corresponden a las primeras estribaciones de la cordillera occidental. La temperatura promedio varia de 21 a 25°C y la precipitación media anual de 160 a 240mm. Se caracteriza por la presencia de asociaciones de ***Prosopis*** sp., los algarrobales, donde destaca notablemente ***P. pallida***. Tovar (1987, en INRENA 1995) reporta además la presencia de ***P. juliflora*** para Piura y ***P. affinis*** para Tumbes y Piura. Estas especies se encuentran generalmente asociadas a ***Capparis angulata***, ***Acacia macracantha***, ***Cercidium praecox***, ***Parkinsonia aculeata***, ***Capparis ovalifolia***, entre otras. Una segunda área existe en la región donde confluyen los ríos Utcubamba, Chinchipe y Chamaya con el Marañón en los departamentos de Amazonas y Cajamarca. En ésta región las variables climáticas son ligeramente mayores. Las temperaturas son de 23 a 25°C y la precipitación media anual de entre 500 a 1000mm. La composición florística y fisonomía se considera similar a la de la costa, sin embargo sólo se mencionan nombres comunes y ningún nombre científico, por lo que afirmar estas comparaciones es imposible. Se menciona asimismo la presencia de un remanente de este tipo de formación en Jumana, Ica, pero no se da información florística.

2. Bosque seco de colina

Se restringe a las colinas y lomas de los departamentos de Tumbes y Piura entre los 400 y 700msnm. La temperatura media es de 17 a 25°C y la precipitación media anual de 230 a 1000mm. No se proporciona información florística de ésta formación.

3. Bosque seco de montaña

Es la formación que continúa al bosque seco tipo sabana en los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque, además de estar presente en La Libertad. Se ubica en las laderas de las vertientes occidentales de los andes sobre los 500msnm, llegando a los 1200m de altitud. La temperatura y precipitación son similares a la formación anterior. La diversidad vegetal es mayor que en las formaciones anteriores y son especies características ***Cochlospermum vitifolium***, ***Geoffroea striata***, ***Pithecellobium excelsum***, ***Zizyphus thyrsiflora***, ***Coccoloba*** sp., entre otros.

4. Bosque seco de valles interandinos

Se ubican en los valles de los ríos Marañón, Huancabamba, Chamaya, Pampas, Pachachaca y Apurímac entre los 500 y 2500msnm. La temperatura media esta entre 17 y 25°C y la precipitación anual entre 230 y 530mm. La especie predominante es el pasallo (no se menciona nombre científico).

Como puede apreciarse, la definición de cada una de estas formaciones es muy vaga y poco técnica. Se mencionan muchas especies sólo con nombres comunes y se separa alguna formación por consideraciones geográficas (los bosques secos de valles interandinos del resto) y orográficas (los bosques secos de colina y de montaña) sin sustento científico.

Otro intento de clasificar a los bosques secos es la clasificación establecida por el Proyecto Algarrobo (por ejemplo Proyecto Algarrobo, 1993), que reconoce tres tipos de formaciones de bosque seco para Lambayeque: **bosque seco tipo sabana**, **bosque seco de colina** y **bosque seco de llanura**. Este último presenta categorías de acuerdo a la densidad de los árboles (denso, semidenso y ralo), se ubica en terrenos de relieve plano y está dominado por ***Prosopis pallida***, ***Acacia macracantha*** y ***Capparis angulata***. El **bosque seco de colina** se ubica en las vertientes de la cordillera, llega hasta los 1000msnm y esta dominado por ***Bursera graveolens***, ***Loxopterigium huasango***, ***Capparis angulata***, ***Eryotheca ruizii***, ***Celtis triflora***, ***Cercidium praecox***, ***Acacia huarango*** y ***Caesalpinia paipai***. El **bosque seco tipo sabana** se caracteriza por su baja densidad en el estrato arbóreo, dominado por ***Prosopis pallida***, ***Capparis angulata*** y ***Acacia macracantha***. En su Resumen Ejecutivo 2003 (Proyecto Algarrobo, 2003), reconoce tres tipos de bosques secos: bosque seco de llanura, de colina y de montaña (Tabla 3), pero siempre basándose en la densidad de árboles para definir cada categoría (desde ralos hasta densos).

Tabla 2. Clasificación de bosques secos según el Mapa Forestal del Perú (INRENA, 1995)

Formación vegetal	Km²	Superficie % de la Superficie total del Perú
Bosques secos de colina	1514	1.89
Bosques secos montanos	10524	0.12
Bosques secos tipo sabana	24307	0.82
Bosques secos interandinos	3106	0.24
TOTAL	39451	3.07

Al igual que en el caso del Mapa Forestal, los criterio utilizados para la clasificación de cada una de las formaciones son inadecuados. Al definir las diferentes formaciones de bosque seco basándose en el número de árboles por hectárea (densidad) no se reflejan las afinidades florísticas ni fitogeográficas de cada una. Por otro lado las densidades pueden ser variables en el tiempo, sobre todo considerando que eventos extremos de sequía y precipitación causados por El Niño son frecuentes en esta región. Es por ello que es importante considerar la composición florística de cada región, pero al mismo tiempo se deben incorporar criterios ecológicos y principalmente la composición y naturaleza de los suelos.

Tabla 3

Clasificación de bosques secos según Proyecto Algarrobo (2003)

Cobertura de Bosques por Departamento en Km²					
Departamento	Tipo de Bosque				
	Llanura	Colina	Montaña	Total	%
Tumbes	2490	520	1440	4450	14
Piura	11190	4920	5540	21650	67
Lambayeque	4640	1560	-	6200	19
Total	18310	7000	6980	32300	100
%	57	22	21	100	

4. El Mapa de Ecorregiones de Brack (1988)

Las formaciones de bosques secos son asignadas a la Ecorregión del Bosque Seco Ecuatorial, que comprende una franja costera de 100 a 150km de ancho desde la península de Santa Elena en el Ecuador, pasando por los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque hasta La Libertad. Penetra en los valles de los ríos Chamaya, parte baja del Chinchipe y Marañón hasta los 9°. Esta última área, altitudinalmente se extiende hasta los 2800msnm. Separa la parte más húmeda de los bosques en Tumbes en la Ecorregión del Bosque Tropical del Pacífico, que la define como lluviosa y similar a los bosques pluviales de las costas Ecuatorianas y Colombianas. Esta definición deja de lado formaciones importantes en los restantes valles interandinos, situados más al sur, así como las formaciones estacionales en los alrededores de Tarapoto.

5. Hacia una definición integradora de bosques secos

Se han revisado sólo algunas de las definiciones de bosques secos en el Perú y se observa que existen en algunos casos grandes diferencias. ¿Cuál es la razón de ello? Todas estas diferencias en la definición de las formaciones vegetales secas se debe a que los bosques secos en su sentido más amplio son formaciones muy diversas fisonómica- y florísticamente, debido a que crecen bajo condiciones ecológicas (suelo, precipitación, altitud, latitud, aislamiento) a veces muy diferentes (Gerhardt & Hytteborn, 1992).

Para empezar, debemos revisar el concepto de bosque. Esto, a primera vista muy simple, es sin embargo muy importante. Para alguien que ha apreciado las formaciones vegetales de la costa norte, desde las formaciones desérticas, ralas y enanas, pasando por los algarrobales casi 100% homogéneos, hasta las formaciones mucho más diversas presentes sobre la Cordillera de los Amotapes, todas consideradas como bosque seco en algún momento, este punto se hace evidente. No existe una definición universalmente aceptada de "bosque", ya que cada persona/institución/organismo propone aquella que le es más conveniente a sus necesidades (ecología, conservación, forestería, legislación, etc), en cuanto a superficie y densidad de árboles del bosque. En una revisión de las definiciones de "bosque", Lund (2000) encontró más de 470, donde el rango de cobertura boscosa variaba desde 0 a 80%. Esto nos da una idea de lo difícil que es encontrar consenso al respecto. Una definición interesante y muy útil fue propuesta por el National Forest Inventory (NFI, sin fecha):

".. un área, que incorporando todos los componentes vivos y no-vivos, es dominada por árboles, que usualmente tienen un solo tallo y una altura máxima o potencialmente máxima que excede los 2m y con cobertura de copa del dosel existente o potencial igual o mayor al 20%."

Esta definición es lo suficientemente amplia para incluir las formaciones más ralas que observamos en las zonas más áridas de la costa norte (conocidas generalmente como "sabanas", pero que no lo son en su sentido ecológico), y también aquellas de los valles interandinos.

Recientemente, Pennington *et al.* (2000) definieron los bosques secos del Neotrópico en un sentido muy amplio logrando incorporar las formaciones más características:

"Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES) son bosques en los cuales la precipitación anual es menor a 1600mm, con una temporada seca de al menos cinco a seis meses en los cuales la precipitación totaliza menos de 100mm. Consecuentemente los procesos ecológicos son marcadamente estacionales y la productividad primaria neta es menor que en los bosques húmedos porque sólo se da en la temporada de lluvias. Estos bosques además son de menor estatura y área basal que los bosques tropicales húmedos."

Esta definición excluye al Chaco, que tiene una composición florística diferente (Prado, 1991; Prado & Gibbs, 1993) y a la sabana que es una formación mucho más abierta, dominada por pastos y usualmente ocurre en suelos pobres, es caracterizada por la presencia de los arbustos/árboles siempreverdes ***Curatella americana*** L. (Dilleniaceae) y ***Byrsonima crassifolia*** (L.) Kunth (Malpighaceae). Por otro lado, las sabanas son muchas veces ecosistemas pirofíticos o adaptados a los incendios periódicos (Furley, 1999). Ninguna de estas características se da en las llamadas "sabanas" de nuestra costa norte y por lo tanto deberíamos de dejar de llamarlas así ya que su uso también conduce a confusión.

Para el Perú deberíamos agregar un parámetro a la definición anterior. Debemos considerar no sólo elementos de altitudes por debajo de los 1000m como en la costa norte (Gentry, 1995), sino que los límites altitudinales de los BTES deben corresponder a los límites que alcanzan las especies características de cada BTES en los valles secos interandinos. Como reportan Weberbauer (1936) y Tovar (1990) en el valle del Mantaro, este límite se encuentra alrededor de los 2800 y 2200, respectivamente, mientras que en el Cusco, los bosques secos en Manu-Parobamba se encuentran en altitudes entre 2000m y 2500m (M. P. Nuñez, com. pers.) y en el valle del Apurimac y Pachachaca se han reporado formaciones secas hasta los 2500m (R. T. Pennington, com. pers.).

Otro punto importante a considerar es la calidad de los suelos. Tradicionalmente se ha considerado que los suelos de los BTES son muy fértiles (Mooney *et al.*, 1995, Pennington *et al.*, 2000), con niveles moderados a altos de pH y nutrientes y niveles bajos de aluminio (estudios de Ratter *et al.*, 1973 en Brasil). Esto se basa en que los suelos de

las sabanas y los bosques húmedos son relativamente infértiles, con niveles altos de aluminio el primero y delgadas y frágiles capas de suelo fértil el segundo. Se ha dado como justificación de que en los BTES los procesos de leaching son mucho menores y más lentos (por la estacionalidad de las lluvias) y que por lo tanto los suelos son más fértiles, sin embargo no existen estudios cuantitativos comparativos que justifiquen, por ahora, esta afirmación. Y más aun, dado que estos bosques ocupan ambientes con características climáticas, latitudinales y altitudinales diversas, es de esperar que las condiciones edáficas también lo sean.

En conclusión, se propone que se siga la nomenclatura y definición propuesta por Pennington *et al.* (2000) para las formaciones de vegetación estacional, comúnmente conocidos como bosques secos en el Perú, con ligeras modificaciones respecto a la distribución altitudinal y manteniendo en reserva la generalización de suelos fértiles para este tipo de vegetación. La ventaja de esta definición es que ya esta siendo usada con regularidad en un contexto internacional. Una búsqueda del equivalente inglés ("seasonally dry tropical forests") en BIOSIS durante setiembre del 2003 arrojó 33 referencias de los últimos 25 años. Más importante aun, para los ultimos cinco años (1999-2003) hay 20 referencias. Otra ventaja es que permite subdividir las diversas formas de BTES que tenemos en el Perú sin necesidad de alterar el concepto, como lo demuestra un reciente estudio, que distingue hasta tres diferentes tipos de BTES para el Perú de acuerdo a un análisis de composición florística y fitogeográfico (Linares-Palomino, 2003). De la misma manera, las definiciones de bosque seco discutidas arriba se pueden incluir sin dificultad como diferentes tipos dentro de los BTES. Consecuentemente, se ha tratado de establecer equivalencias entre las diversas definiciones de bosques secos para el Perú (Tabla 4).

Agradecimientos

Gracias a S. Bridgewater y T. Pennington por sus comentarios al texto. Parte de los datos presentados en este articulo se produjeron durante una estadía en el Reino Unido, financiada por el UK Darwin Initiative (project 09/017), Friends of the Royal Botanic Garden Edinburgh, el Royal Botanic Garden Edinburgh y la Universidad de Edinburgh.

Literatura citada

Brack, A. 1988. Ecología de un país complejo. En: *Gran Geografía del Perú – Naturaleza y Hombre*. Editorial Juan Mejía Baca – Manfer.

Burnham, R. J. & A. Graham. 1999. The history of Neotropical vegetation: new developments and status. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 86:546-589.

Cabrera, A. L. & A. Willink. 1973. *Biogeografía de América Latina*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, DC.

Tabla 4: Equivalencias tentativas entre definiciones de bosques secos en el Perú

Región	Ecorregión (Brack 1988)	Zonas de vida (INRENA, 1975)	Mapa Forestal (INRENA, 1995)	Proyecto Algarrobo (2003)	BTES (Linares Palomino 2003)
Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad	Bosque Seco Ecuatorial	Bosque muy seco tropical	Bosque seco Tipo Sabana	Bosque seco de llanura	Subunidad de BTES Ecuatoriales
Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad		Bosque Seco Premontano Tropical y Bosque Seco Subtropical	Bosque Seco de Colina	Bosque Seco de Colina	
Tumbes, Piura,		Bosque Seco Premontano Tropical y Bosque Seco Subtropical	Bosque Seco de Montaña	Bosque Seco de Montaña	
Lambayeque, La Libertad					
Chamaya, Marañón		Bosque muy Seco Tropical	Bosque Seco Interandino		Subunidad de BTES Interandinos
		Bosque Seco Premontano Tropical y Bosque Seco Subtropical			
		Bosque Seco Montano bajo Tropical y Subtropical			
Chalhuanca, Vilcanota		Bosque Seco Montano bajo Tropical y Subtropical	Bosque Seco Interandino		
Huallaga, Mantaro, Apurimac		Bosque Seco Premontano Tropical y Bosque Seco Subtropical			
Huallaga, Tarapoto		Bosque SecoTropical			

Eva, H. D., E. E. de Miranda, C. M. di Bella, V. Gond, O. Huber, M. Sgrenzaroli, S. Jones, A. Coutinho, A. Dorado, O, M. Guimaraes, C. Elvidge, F. Achard, A. S. Belward, E. Bartolomé, A. Baraldi, G. de Grande, P. Vogt, S. Fritz & A. Hartley. 2002. *A Vegetation Map of South America.* European Comisión Joint Research Centre, Luxembourg.

Ferreyra, R. 1983. Los tipos de vegetación de la costa peruana. *Anales Jard. Bot. Madrid* 40(1):241-256.

Furley, P. A. 1999. The nature and diversity of Neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. *Global Ecol. Biogeogr. Lett.* 8:223-241.

Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forests. En: S. H. BULLOCK, H. A. MOONEY & E. MEDINA (Eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*, pp. 146-194. Cambridge, Cambridge University Press.

Gerhardt, K. & H. Hytteborn. 1992. Natural dynamics and regeneration methods in tropical dry forests – an introduction. *J. Veg. Sci.*3:361-364.

Holdridge, L. R. 1947. Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data. *Science* 105:367-368.

Holdridge, L. R. Sin fecha. *Ecología basada en zonas de vida.*

Hueck, K. 1959. Bosques secos de la zona tropical y subtropical de la America del Sur. Bol. *Instit. Forestal Lat. Am. Inv. Capacit.* 4:1-49.

Hueck, K. 1978. *Los Bosques de Sudamérica.* Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, Ltda. (GTZ). Alemania.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 1975. *Mapa Ecológico del Perú escala 1:1 000 000 con guia explicativa.* Lima, Perú.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 1995. *Mapa Forestal del Perú escala 1:1 000 000 con guia explicativa.* Lima, Perú.

Linares-Palomino, R. 2002. *A floristic and phytogeographic analysis of Peruvian seasonally dry tropical forests.* MSc Thesis, University of Edinburgh, UK.

Linares-Palomino, R. 2003. *Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos en el Perú. Distribución, Composición y Relaciones Florísticas.* Trabajo Profesional para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Linares-Palomino, R., R. T. Pennigton & S. Bridgewater. 2003. The phytogeography of the seasonally dry tropical forests in Equatorial Pacific South América. *Candollea* 58(2):473-499.

Lugo, A. E., S. L. Brown , R. Dodson, T. S. Smith, & H. H. Shugart. 1999. The Holdridge life zones of the conterminous United States in relation to ecosystem mapping. *J. Biogeogr.* 26(5):1025-1038.

Lund, H. G. (coord.) 2000. *Definitions of Forest, Deforestation, Afforestation, and Reforestation.* [Documento en línea] Manassas, VA: Forest Information Services. Disponible en: http://home.att.net/~gklund/DEFpaper.html.

Mooney, H. A., S. H. Bullock, & E. Medina. 1995 Introduction. En: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (Eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*, pp. 1–8. Cambridge, Cambridge University Press.

Murphy, P. G. & A. E. Lugo. 1995. Dry forests of Central América and the Caribbean. En: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina. (Eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*. Pp. 146-194. Cambridge, Cambridge University Press.

National Forest Inventory Australia. Sin fecha. *What is a forest?* Disponible en: http://www.affa.gob.au/

Pennington, R. T., D. E. Prad & C. A. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. *J. Biogeogr.* 27:261-273.

Prado, D. E. 1991. *A critical evaluation of the floristic links between Chaco and Caatingas vegetation in South America.* PhD thesis, University of St. Andrewes, UK.

Prado, D. E. 1993a. What is the Gran Chaco vegetation in South America? I. A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. V. *Candollea* 48:145-172.

Prado, D. E. 1993b. What is the Gran Chaco vegetation in South America? II. A redefinition. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. VII. *Candollea* 48:615-629.

Prado, D. E. 2000. Seasonally dry forests of tropical South America: From forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinb. J. Bot.* 57(3):437-461.

Prado, D. E. & P. E. Gibbs. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South América. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 80:902-927.

Proyecto Algarrobo. 1993. *Mapa e inventario forestal de los bosques secos de Lambayeque*. Memoria explicativa. CEIMAD-Proyecto Algarrobo, Chiclayo, Perú.

Proyecto Algarrobo. 2003. Resúmen Ejecutivo 2003. Proyecto Algarrobo, Chiclayo, Perú.

Ratter, J. A., P. W. Richards, G. Argent & D. R. Gifford. 1973. Observations on the vegetation of northeastern Mato-Grosso. Part 1. The woody vegetation types of

the Xavantina Cachimbo Expeditions area. *Phil. Trans. Royal Soc. London B Biol. Sc.* 267(880):449-489.

Sarmiento, G. 1975. The dry plant formations of South America and their floristic connections. *J. Biogeog.* 2:233-251.

Smith, A. C. & I. M. Johnston. 1945. A phytogeographic sketch of Latin America. In: F. Verdoorn (Ed.). *Plants and plant science in Latin America.* A new series of plant science books. Vol. 16: 11-18. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., USA.

Tovar Serpa, O. 1990. *Tipos de vegetación, diversidad florística y estado de conservación de la cuenca del Mantaro.* Centro de Datos para la Conservación. Lima, Perú.

Weberbauer, A. 1911. *Die Pflanzenwelt der peruanischen Anden.* Verlag von Wilhelm Engelmann. Leipzig.

Weberbauer, A. 1912. Pflanzengeographische Studien im südlichen Peru. *Bot. Jahrb. Syst.* 48, Beiblatt 107:27-46. Leipzig. Berlin 1913.

Weberbauer, A. 1914. Die Vegetationsgliederung des nördlichen Peru um 5° südl. Br. (Departmento Piura und Provincia Jaen des Departamento Cajamarca). *Bot. Jahrb. Syst.* 50: 72-94. Leipzig. 1914.

Weberbauer, A. 1929-1930. Die Pflanzendecke Nordperus im Departamento Tumbez und angrenzenden Teilen des Departamento Piura. (3°30' - 5° s. Br.). *Bot. Jahrb. Syst.* 63:29-48.

Weberbauer, A. 1936. Phytogeography of the Peruvian Andes. *Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser.* 13:13-81.

Anexo 1

Nomenclatura correcta de especies vegetales mencionadas en el texto

Nomenclatura original		Nomenclatura aceptada según w³-TROPICOS (http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html)	
Acacia	*huarango*	*Acacia*	*aroma*
Banisteria	*leiocarpa*	*Banisteriopsis*	*leiocarpa*
Bombax	*discolor*	*Eriotheca*	*discolor*
Bombax	*ruizii*	*Eriotheca*	*ruizii*
Caesalpinea	*paipai*	*Caesalpinia*	*glabrata*
Caesalpinia	*corymbosa*	*Caesalpinia*	*glabrata*
Caesalpinia	*paipai*	*Caesalpinia*	*glabrata*
Capparis	*angulata*	*Capparis*	*scabrida*
Capparis	*mollis*	*Capparis*	*flexuosa*
Capparis	*ovalifolia*	*Capparis*	*avicennifolia*
Celtis	*triflora*	*Celtis*	*iguanaea*
Cercidium	*praecox*	*Parkinsonia*	*praecox*
Chorisia	*insignis*	*Ceiba*	*insignis*
Eryotheca	*ruizii*	*Eriotheca*	*ruizii*
Geoffroea	*striata*	*Geoffroea*	*spinosa*
Loxopterigium	*huasango*	*Loxopterygium*	*huasango*
Piptadenia	*colubrina*	*Anadenanthera*	*colubrina*
Triplaris	*guayaquilensis*	*Triplaris*	*cumingiana*
Zizyphus	*thrysiflora*	*Ziziphus*	*thyrsiflora*

Arnaldoa
11(1): 103 -138. 2004

Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos:
II. Fitogeografía y Composición Florística

REYNALDO LINARES-PALOMINO
Herbario MOL-Forestales
Facultad de Ciencias Forestales
Universidad Nacional Agraria La Molina
Apdo. Postal 456, LIMA 1 – PERU
pseudobombax@yahoo.co.uk

Resumen

El análisis multivariado aplicado a la composición floristica de los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES) en el Perú revela que tentativamente los podemos separar en tres subunidades independientes: Los BTES Ecuatoriales, Interandinos y Orientales. Se hace una revisión de la distribución y características de cada uno de estos subgrupos, indicando las posibles causas de su origen y formación, asi como un análisis de su estado de conservación actual.

Abstract

Multivariate analyses applied to the floristic composition of seasonally dry tropical forests (SDTF) in Peru reveal that we can classify them tentatively into three subunits: Equatorial, Inter Andean and Oriental SDTFs. A revision of their distribution and characteristics is made, indicating the possisble causes of their origin and formation, as well as an analysis of their current conservation status.

Introducción

Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES) en el Perú han sido identificados por diversos sistemas de clasificación y nunca en su totalidad. La clasificación que más se aproxima es la del Mapa Forestal del Perú (INRENA, 1995). Sin embargo ninguno de estos sistemas ha incluido información de relaciones florísticas o fitogeográficas, elementos necesarios para poder identificar grupos de vegetación similares o relacionados.

Las formaciones de bosques que se trataran en este articulo se consideran según la definición propuesta en Linares-Palomino (2003), siguiendo la propuesta en un contexto Neotropical por Pennington *et al.* (2000).

Análisis multivariado de los BTES en el Perú

Análisis multivariados vienen siendo usados con mayor énfasis en años recientes para explorar las afinidades florísticas entre muestras de vegetación (Prado, 1991; Ratter & Dargie, 1992; Oliveira-Filho & Ratter,1995; Ratter *et al*., 1996; Prado, 2000; Ter Steege *et al*., 2000; Oliveira & Nelson, 2001). Sin embargo, la aplicación de estas técnicas a formaciones vegetales en el Perú es prácticamente nula. Recientemente ha habido un estudio a escala continental (Linares-Palomino *et al*., 2003), sin embargo la resolución del estudio a nivel del Perú fue baja.

Los estudios mencionados líneas arriba, han usado metodologías multivariadas, que han sido desarrolladas generalmente por ecólogos con tendencias matemáticas fuertes, para analizar muestras florísticas. En general, las metodologías se pueden agrupar en tres grupos diferentes (Gauch, 1982):

- **Análisis de Gradiente Directo.** Se usa para estudiar la distribución de especies a lo largo de gradientes ambientales reconocidos y fácilmente mensurables (como por ejemplo gradientes de humedad, precipitación, calidad de suelos, entre otros).
- **Ordenación.** El objetivo primario de este método es el de representar relaciones multidimensionales de muestras y especies de la mejor manera posible en un espacio de bajas dimensiones. Esto permite organizar las muestras y/o especies basándose en sus atributos en un diagrama de dos o tres ejes, en donde las entidades que se encuentran cercanas tienen atributos similares (por ejemplo: Análisis de Componentes Principales).
- **Clasificación.** Se trata básicamente de agrupar entidades similares en "clusters" o grupos. Este agrupamiento se puede mostrar como una jerarquía rígida (como en un dendrograma) o como una ordenación (por ejemplo en el Análisis de Clusters).

Generalmente, las metodologías de ordenación y clasificación no toman en cuenta datos ambientales. Consecuentemente, sólo reflejan la organización de las muestras y/o especies de acuerdo a la información proporcionada. Esto generalmente se da como información de abundancia o presencia/ausencia. Una de las fortalezas de estas metodologías es que son objetivas y el investigador no influencia los datos. Sin embargo, se debe mencionar que se introduce cierto grado de subjetividad al escoger la técnica y asimismo al definir cada uno de los "grupos" resultantes del análisis. Antes del uso de computadoras, las metodologías de clasificación tradicionales, tales como la de Braun-Blanquet (1932), se hacían manualmente, y el investigador era el que ponía las muestras en grupos de acuerdo a si su contenido era similar. Según Gauch (1982:183) "el reconocimiento de grupos de especies y muestras diferentes es parcialmente un arte y no se puede especificar exactamente, particularmente porque el juicio de la persona debe balancear requerimientos conflictivos para especies o muestras problemáticas".

1. Material y métodos

1. Construcción de la matriz

Se buscaron datos confiables de inventarios y listas florísticas de especies leñosas para BTES en el Perú en la literatura disponible y el Internet (Anexo 1, Figura 1). Como se puede observar, la lista contiene datos heterogéneos en lo que respecta al método de muestreo, sin embargo se ha tenido una visión amplia y se han incluido todos debido a que representan los únicos datos disponibles. Estas listas fueron introducidas a una base de datos en hojas de cálculo EXCEL (incluyendo datos que se referían a morfoespecies y espécimenes incompletamente identificados) y se verificó la nomenclatura. La base de datos nomenclatural w³TROPICOS VAST (**VAS**cular **T**ropicos) disponible en Internet (http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html) y archivos de autoridad asociados se usaron como fuente de referencia.

El proceso se hizo paso por paso, comenzando con el conjunto de datos de Gentry (Missouri Botanical Garden, 2002), ya que estos datos pueden ser obtenidos en formato EXCEL. Los datos de los transectos fueron editados para representar datos de ausencia-presencia, y ya que contenían individuos con DAP (diámetro a la altura del pecho) desde 1cm, sólo se incluyeron especimenes con DAP e•10cm. Al paso que se obtenía más información, esta se fue incluyendo en la matriz principal. Cada vez que se incluía una nueva especie, se verificaba el binomio y la autoría. Se produjo una segunda versión de la matriz que incluía sólo especimenes identificados confiablemente hasta el nivel de especie.

2. Uso de la información verificada

La matriz se verificó de tres maneras:

(1) Identificación de sinónimos usando literatura disponible y w³TROPICOS. El binomio era primero buscado en w³TROPICOS y después comparado con descripciones en floras publicadas. Si existía el binomio, y estaba bien escrito, se procedió al segundo chequeo, si no lo estaba, se contactó al autor de la lista original siempre que era posible para clarificar la duda. Si no se podía contactar al autor original, se procedía a una búsqueda bibliográfica exhaustiva para encontrar una correspondencia, y se tomaba una decisión concerniente a la inclusión del binomio en el análisis.

(2) Identificación de si un espécimen reportado para un área particular también estaba reportado en un trabajo monográfico o florístico mayor de esa región o del país (indicado por un asterisco (*) en las referencias). Todos los binomios fueron verificados en floras o listados locales, incluso se los buscó en regiones adyacentes si no se les encontraba en trabajos locales. Se consultaron diversos trabajos y floras, como Flora Neotropica Monographs, el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador y principalmente el Catálogo de Plantas con Flores y Gimnospermas del Perú.

(3) Estandarización de la abreviaciones de los autores de acuerdo a Brummitt & Powell (1992) y The Plant Names Project (1999). Este último es una versión en-línea del primero, con la ventaja de actualizaciones, adiciones y correcciones en tiempo real. Además, incluye información de especies nombradas después de la edición de 1996. Los últimos pasos en la creación de la matriz, fueron una verificación final de la lista, o partes de ella, por especialistas en vegetación Neotropical, en un intento de identificar inconsistencias obvias en los datos. La edición final de la matriz excluyó a especies introducidas y cultivadas y juntó los sinónimos. La hoja de cálculo final consistió de 23 x 173 (sitios x especies), incluyendo unicados, es decir, especies reportadas para un sólo sitio.

3. Análisis multivariado

Los datos florísticos fueron sujetos a análisis multivariados usando el programa PC-ORD versión 4 (McCune & Mefford 1999). Se utilizaron cuatro diferentes metodologías para analizar los datos, dos de ordenación y dos de clasificación.

Ordenación: Análisis de Componentes Principales (Principal Components Analysis - PCA)

El poder de esta metodología está en que reduce la 'dimensionalidad' de los puntos de muestra (que originalmente están en un 'espacio multidimensional' y maximiza la variancia de cada nueva dimensión (usualmente dos o tres). Esto significa que un nuevo sistema de coordenadas es sobrepuesto en el espacio de muestras, de tal manera, que cada eje nuevo pasa a través de la mayor extensión de la nube de puntos, pero que permanece al mismo tiempo independiente de los otros (Gauch, 1982). Estos ejes nuevos se denominan componentes, y aunque pueden existir más de tres, los primeros son por lo general los más importantes en términos de acumular variancia, por lo que se les llama componentes principales. Para el cálculo de los componentes principales, el programa generó una matriz de correlación.

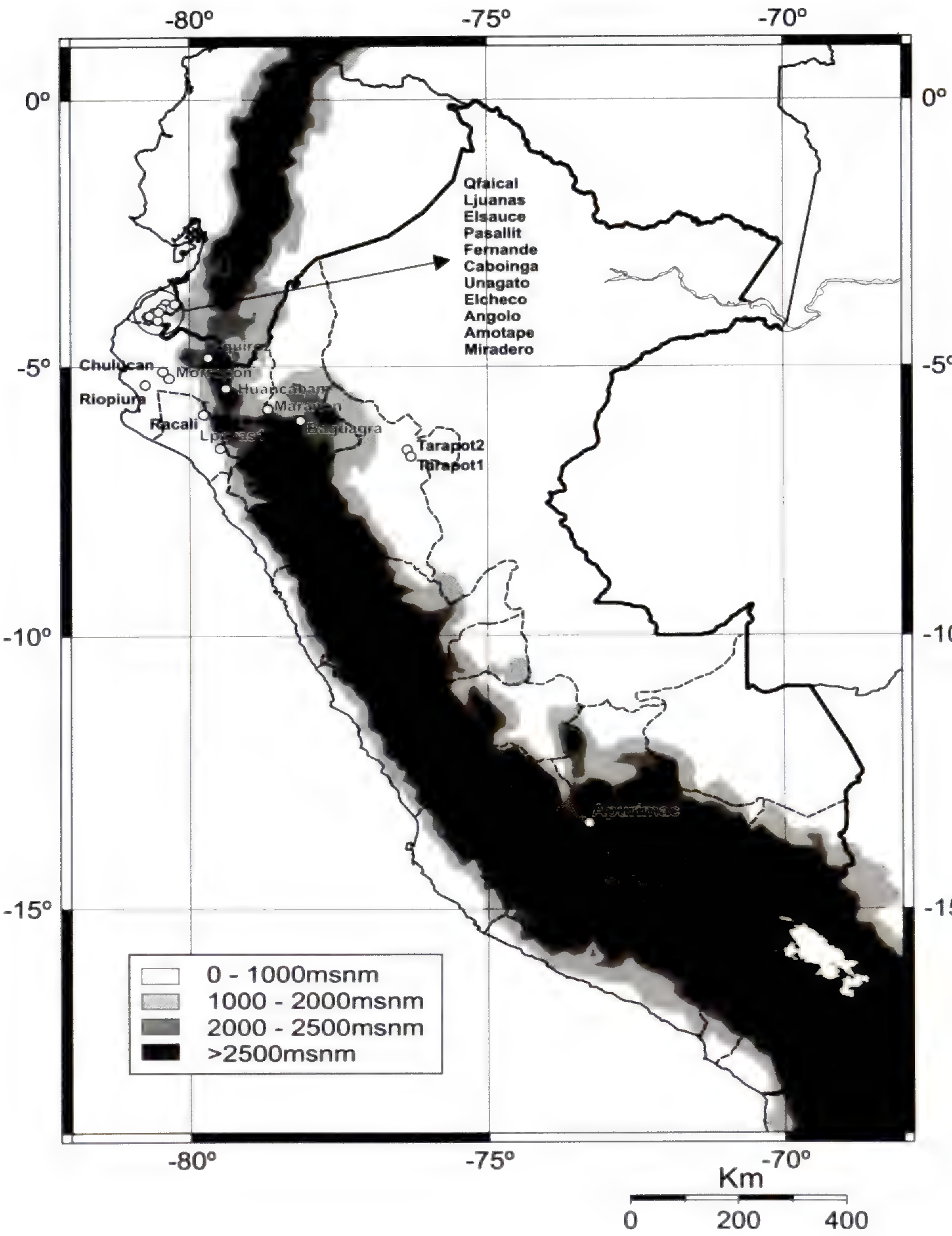


Fig. 1. Distribución geográfica de los sitios evaluados.

Ordenación: Análisis de Correspondencia (Detendred Correspondence Analysis – DCA)

Al igual que la anterior, reduce el espacio multidimensional a dos o tres dimensiones. Sin embargo los fundamentos matemáticos son diferentes y la interpretación de los ejes es más complicada y no pueden ser relacionados con la variancia acumulada. Los parámetros que se utilizaron para correr el programa fueron: [rescale axes = si], [rescaling threshold = 0.] y [number of segments = 26].

Clasificación: Análisis de Cluster (UPGMA)

Unweighted Pair-Groups Method using Arithmetic Averages (UPGMA) es una técnica politética, aglomerativa y jerárquica (Gauch, 1982; Kent & Coker, 1992). Se calcula una matriz de (dis)similaridad (o distancia) de muestra por muestra y después cada muestra es asignada a un cluster o grupo. Entonces sigue un segundo paso que agrega estos clusters unitarios en unidades cada vez mayores basadas en el promedio aritmético mínimo de las (dis)similaridades (o distancias) de las muestras que contienen. El resultado final es un cluster que contiene a todas las muestras, y los resultados se muestran gráficamente como un dendrograma. En este estudio se calculó la disimilaridad usando el Indice de Sørensen. Este índice ha sido recomendado para datos de presencia-ausencia porque es simple de calcular y lleva a una interpretación sencilla y directa (Vellend, 2001). La disimilaridad entre *i* y *h* es:

$$D_{i,h} = \frac{\sum_{j=1}^{p} \left| a_{i,j} - a_{h,j} \right|}{\sum_{j=1}^{p} a_{i,j} + \sum_{j=1}^{p} a_{h,j}}$$

donde hay *p* atributos de los objetos. Esta ecuación se escribe algunas veces como:

$$D_{i,h} = 1 - \frac{2W}{A + B}$$

donde *W* es la suma de las abundancias compartidas y *A* y *B* son la suma de las abundancias en unidades muestrales individuales (McCune & Mefford, 1999).

Clasificación: Two-Way Indicator Species Analysis (TWINSPAN)

Esta es una técnica politética, divisiva y jerárquica que involucra una serie de eventos, cada evento está compuesto siempre de dos pasos (Gauch, 1982). El primer paso consiste en una ordenación por la técnica de Reciprocal Averaging, seguido de una división de las muestras en dos grupos basada en la información obtenida del primer paso, es decir, una polarización de las muestras en el primer eje de ordenación. Este proceso se repite para cada nuevo grupo hasta que se produce una clasificación en la que cada grupo sólo tiene una muestra. TWINSPAN clasifica simultáneamente especies y muestras. En este estudio, la clasificación de las especies es irrelevante. Se presenta una tabla de doble entrada junto con un patrón de ceros y unos, que definen un dendrograma. Este dendrograma se presente como un gráfico. Los parámetros utilizados fueron: [pseudospecies cut levels = 0], [maximum number of indicators per division = 5], [maximum levels of division = 6], [minimum group size for division = 5] y [maximum number of species in final table = 200].

Resultados

La matriz principal está compuesta de 23 sitios y 173 especies (Anexo 2). 104 especies se encontraron en un sólo sitio (unicados). Esto representa aproximadamente el 60% de todas las especies. Este es un valor bastante alto y estudios en formaciones vegetales similares han obtenido porcentajes igualmente altos (Linares-Palomino *et al.*, 2003). Esto se debe probablemente a que los sitios evaluados representan un conjunto de datos heterogéneo. Principalmente porque son BTES fragmentados y porque el número limitado de datos conlleva a una relación desigual de área geográfica versus número de sitios evaluados. La inclusión de más inventarios mejorará sin duda la resolución de este tipo de análisis.

Las especies más ampliamente distribuidas, es decir registradas un mayor número de veces en los inventarios, son ***Eriotheca ruizii*** (reportada en 12 sitios), ***Loxopterygium huasango*** (13 sitios), ***Capparis flexuosa*** (14 sitios), ***Capparis scabrida*** (14 sitios) y ***Bursera graveolens*** (15 sitios). Estas mismas especies son las únicas que están presentes en al menos la mitad de los sitios evaluados, las demás especies están más restringidas en su distribución.

Los resultados de cada análisis coinciden en identificar tres grandes grupos de BTES para el Perú: (1) los BTES Ecuatoriales, que incluyen los bosques de Tumbes, Piura y Lambayeque, (2) los BTES de los valles secos Interandinos y (3) los BTES Orientales. Estos grupos se repiten de manera constante, cambiando ligeramente la composición de cada uno de ellos de acuerdo al análisis efectuado. Los resultados individuales de cada uno de los análisis multivariados se presentan enseguida, seguidos de una breve discusión.

1. Clasificación jerárquica aglomerativa (UPGMA)

El análisis de la matriz muestra grupos identificables basados en patrones geográficos (Figura 2). Podemos identificar cuatro clusters principales: (1) el primer cluster agrupa a los BTES que se ubican sobre las cadenas montañosas de los Amotapes en Tumbes y Piura, (2) este cluster agrupa a BTES ubicados en las costas de Tumbes, Piura y Lambayeque, incluidos aquellos de las faldas más occidentales de la Cordillera de los Andes, (3) el tercer cluster incluye a BTES interandinos y (4) el cluster que incluye a BTES del oriente. Es interesante observar la relación existente entre los bosques del segundo cluster y los del tercero, lo que indicaría que estos son los más afines, mientras que los del oriente son los más diferentes.

Podemos identificar algunos sitios que no concuerdan con un patrón geográfico, como es RIOPIURA, que se agrupa junto con los BTES interandinos.

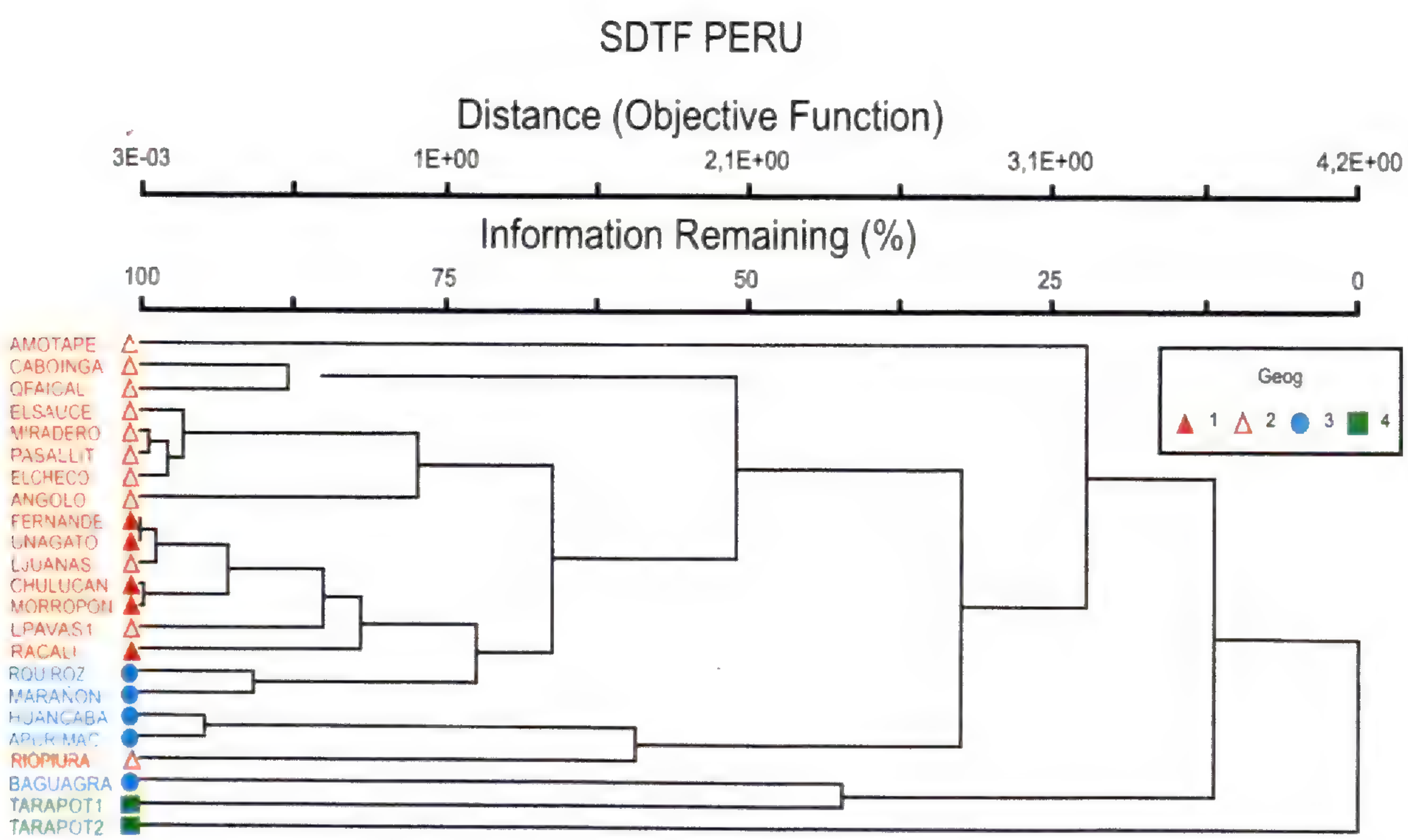


Fig. 2: Resultados del Análisis de Cluster (UPGMA). Códigos de colores: rojo = BTES Ecuatoriales (1=BTES de llanura, 2=BTES montanos); azul (3) = BTES Interandinos; verde (4) = BTES Orientales.

2. Clasificación jerárquica divisiva (TWINSPAN)

La clasificación produjo tres grupos de interés después de tres divisiones (Figura 3). La primera y segunda división separan a los BTES orientales TARAPOT2 Y TARAPOT1 del resto. La tercera división distingue entre los BTES interandinos y aquellos del noroeste. Este último grupo, después de tres divisiones más, distingue entre los bosques menos secos y estacionales en el noreste de Tumbes (Zona Reservada de Tumbes), los bosques de las llanuras costeras y del piedemonte de la Cordillera y los bosques de la cadena de los Amotapes.

Los sitios BAGUAGRA, que se agrupa con dos sitios de Tumbes, y MORROPON y RIOPIURA, que se agrupa dentro de los Interandinos, son las únicas anomalías.

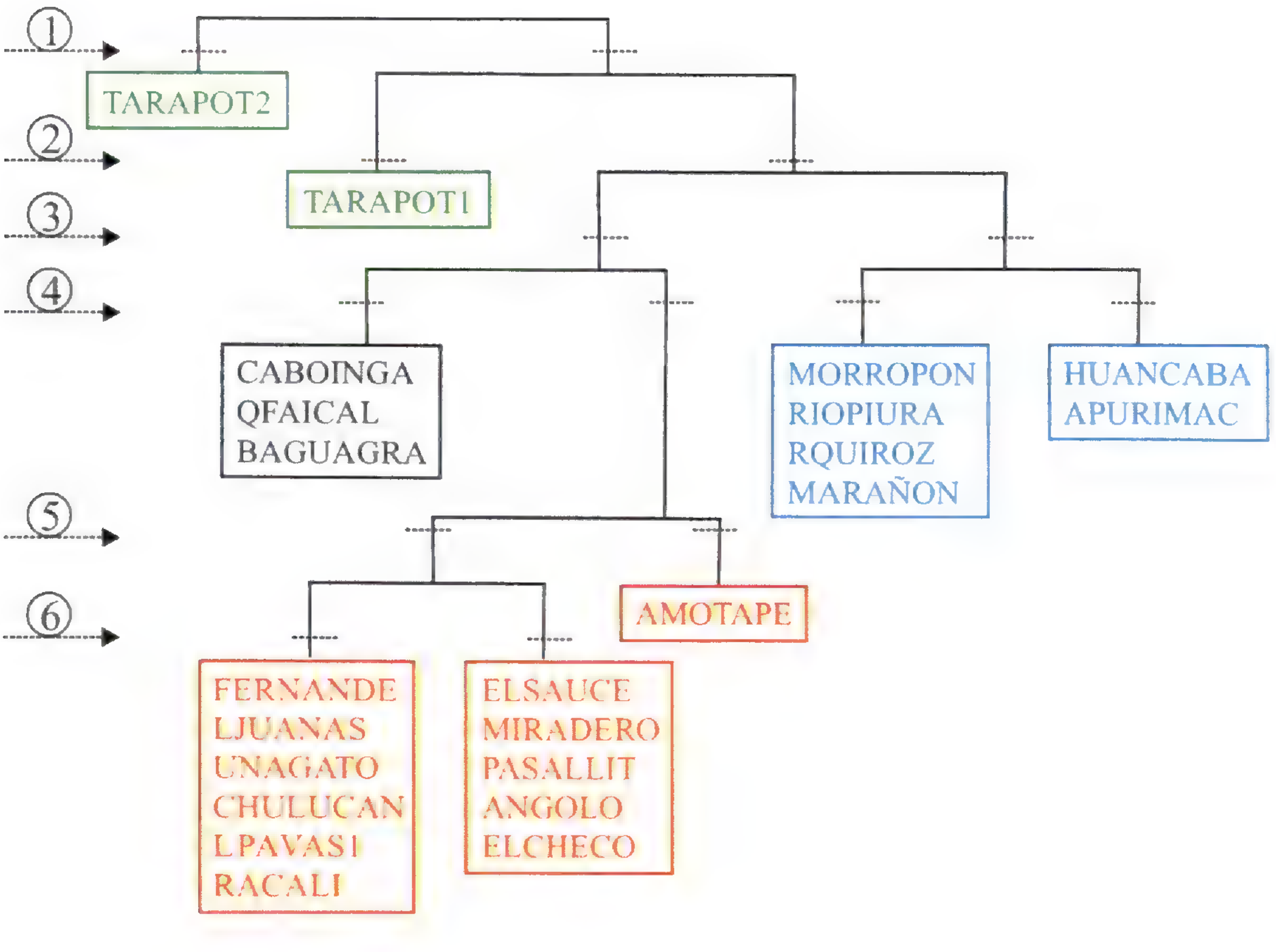


Fig. 3: Resultados del Análisis TWINSPAN. Códigos de colores: rojo = BTES Ecuatoriales; azul BTES Interandinos; verde = BTES Orientales. Las flechas numeradas a la izquierda representan los niveles de división.

3. Ordenación (Análisis de Componentes Principales)

Este análisis no arrojo resultados concluyentes, a pesar de que los primeros tres ejes acumulan una variancia de 49.97% (Tabla 1). Se nota si que los sitios ANGOLO, CABOINGA y QFAICAL actúan como "outliers" que distorsionan la distribución de los sitios en los ejes. Esto se debería a que el programa identifica a estos sitios como muy diferentes del resto y los sitúa en los extremos de los ejes, causando que sitios mucho más similares se agreguen en nubes muy densas (Figura 4).

Estos sitios mencionados presentan un número muy alto de especies (48, 40 y 56 especies respectivamente), mientras que el resto de los sitios evaluados tienen todos menos de 27 especies. Estas diferencias hacen que el programa considere a estos sitios como de una composición muy diferente. Es decir, reconoce más las diferencias que las semejanzas. Kent & Coker (1992) recomiendan retirar los "outliers" de la matriz y correr de nuevo el programa. Sin embargo, al seguir estos pasos, muchos de los sitios siguieron siendo identificados como muy diferentes y la nube seguía sin resolución. La razón de ello estaría en que si bien los sitios restantes tienen especies comunes, siguen habiendo sitios con composición lo suficientemente diferente como para distorsionar el resultado. No se determinó correlación alguna entre parámetros ambientales (latitud, longitud, altitud y precipitación) y los tres primeros ejes obtenidos.

Tabla 1: Variancia extraída de los diez primeros ejes del PCA

Eje	Eigenvalue	% Varianza	de % acum. Varianza	De Broken-stick Eigenvalue
1	38.420	22.208	22.208	5.733
2	26.829	15.508	37.716	4.733
3	21.196	12.252	49.968	4.233
4	18.471	10.677	60.645	3.900
5	16.645	9.622	70.267	3.650
6	12.137	7.015	77.282	3.450
7	8.825	5.101	82.383	3.283
8	8.012	4.631	87.014	3.141
9	5.332	3.082	90.097	3.016
10	4.192	2.423	92.520	2.904

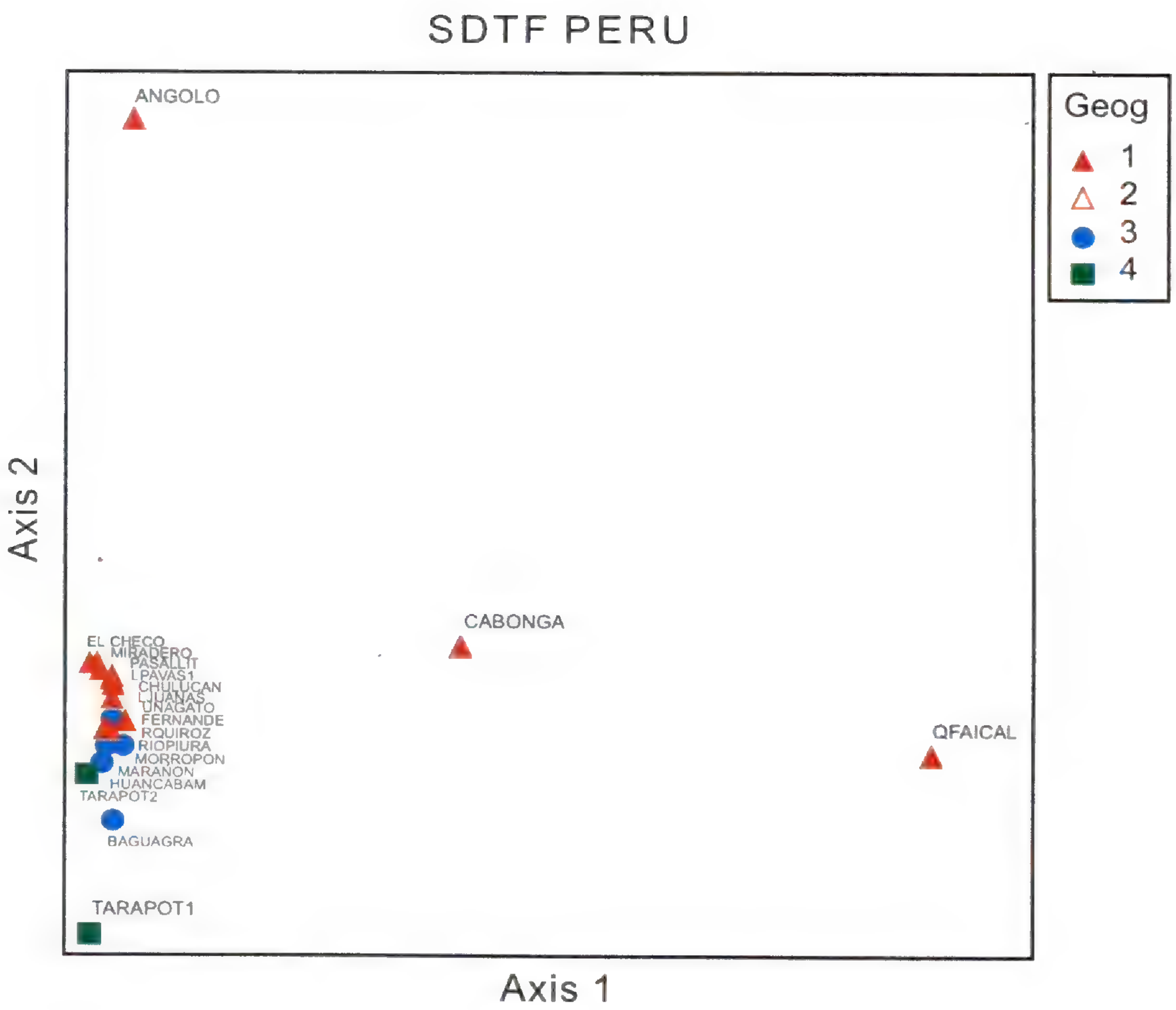


Fig. 4: Resultados del Análisis de Componentes Principales (PCA). Códigos de colores: rojo = BTES Ecuatoriales (1=BTES de llanura, 2=BTES montanos); azul (3) = BTES Interandinos; verde (4) = BTES Orientales.

4. Ordenación (Análisis de Correspondencia)

A diferencia del método de ordenación anterior, el DCA sí arrojo resultados similares a las dos metodologías de clasificación. Se distinguen claramente los tres grupos principales y también los dos subgrupos de los BTES Ecuatoriales (Figura 5). Asimismo se muestra la estrecha afinidad que tienen los BTES Ecuatoriales con los BTES Interandinos, mientras que los BTES Orientales vuelven a ser mostrados como bastante diferentes a los extremos del primer eje.

Al igual que en el PCA, no se determinó correlación alguna entre parámetros ambientales (latitud, longitud, altitud y precipitación) y los tres primeros ejes obtenidos.

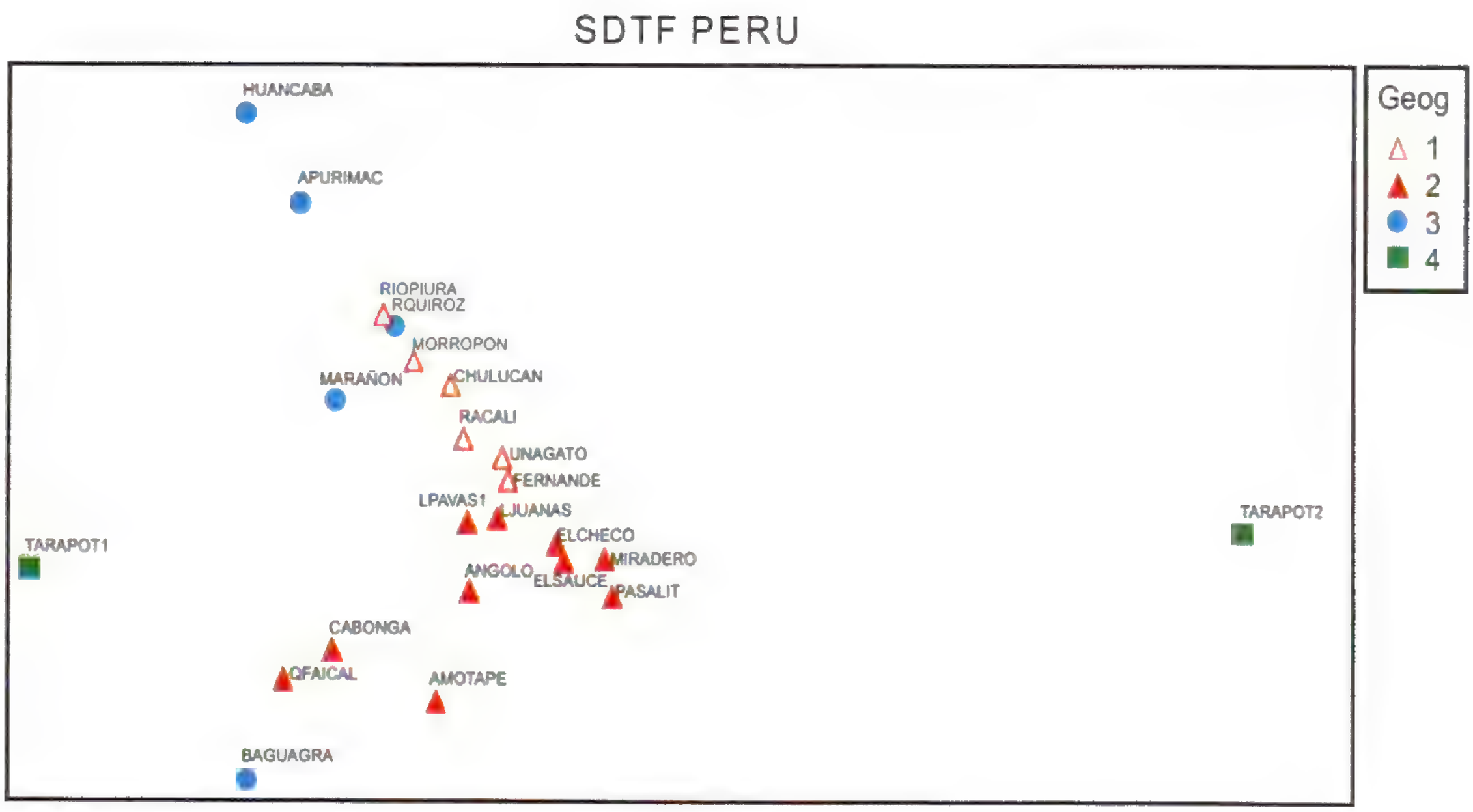


Fig. 5: Resultados del Análisis de Correspondencia (DCA). Códigos de colores: rojo = BTES Ecuatoriales (1=BTES de llanura, 2=BTES montanos); azul (3) = BTES Interandinos; verde (4) = BTES Orientales.

Distribución de bosques tropicales estacionalmente secos en el Perú

Estudios fitogeográficos en la región son escasos, las fuentes principales de mapas de vegetación y ecología son los producidos por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA, 1975; INRENA, 1995). Alternativas regionales interesantes están siendo producidas por el Proyecto Algarrobo en la costa norte del Perú (ver por ejemplo Proyecto Algarrobo 1993, INRENA 1998). Estas fuentes, a pesar de usar la moderna tecnología de SIG, no pueden probablemente igualar el trabajo de Weberbauer (1936), quien entre 1901 y 1929 viajó a través de casi todo el país para volcar la información obtenida en dos piezas maestras: "El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos" (Weberbauer 1911), con una segunda edición corregida y aumentada en 1945, y su "Mapa de formaciones vegetales" (Weberbauer, 1936).

A pesar de que en este trabajo sólo se tratan los BTES del Perú, estos no deben de verse como entidades aisladas. Los BTES están presentes en todo el Neotrópico y los BTES del Perú deben de ser considerados junto con los BTES del Ecuador como una sola unidad (Linares-Palomino *et al.*, 2003). Dada la información actual, se descarta cualquier relación florística con las formaciones de BTES en Bolivia (Linares-Palomino *et al.*, 2003; Kessler & Helme, 1999). Para el Perú, a pesar de la limitada información disponible actualmente, se propone diferenciar tres subunidades: (1) BTES Ecuatoriales, (2) BTES Interandinos y (3) BTES Orientales (Figura 6). Estas subunidades se proponen basándose en los resultados de los análisis presentados en este trabajo. Se podría criticar el hecho de haber utilizado poca información para cubrir un área tan extensa, sin embargo, la coincidencia en los resultados de las diversas metodologías utilizadas, hace suponer que existe un patrón biogeográfico que está determinando los resultados.

Las relaciones fitogeográficas de cada una de estas subunidades son complejas. Weberbauer, a pesar de la magnitud de la obra de "El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos" (1945), dada la información con que disponía, sólo podía especular acerca de las relaciones florísticas y fitogeográficas de la vegetación que observaba. Es así, como por ejemplo, sugirió que en base a la composición florística, la vegetación xerofítica del valle del Marañón estaba muy relacionada con la de las Caatingas brasileras (Weberbauer, 1914). Asimismo relacionó correctamente la vegetación seca del norte peruano con la del sur del Ecuador, pero también con la vegetación seca de Colombia y Centro América.

1. Subunidad de BTES Ecuatoriales

Corresponde a los BTES ubicados en Tumbes, Piura y Lambayeque (con remanentes aislados en La Libertad) y representan la mayor extensión de BTES en el país y probablemente la muestra menos fragmentada y destruida de este tipo de ecosistema en el país (Figura 6-A). Estructural y florísticamente podemos diferenciar preliminarmente dos tipos de formaciones: BTES de llanura y montaña. Los BTES de llanura generalmen-

te están ubicados en las llanuras de la costa, con densidades y riqueza de especies bajas (alrededor de 6 especies arbóreas con DAP > 10cm por hectárea), y donde los extremos son áreas donde la presencia de una especie es homogénea y dominante (esto sucede particularmente con rodales de ***Prosopis pallida***, llamados algarrobales) o donde la densidad es tan baja que asemeja una sabana arbórea (sin vegetación herbácea!). Los BTES de montaña se ubican principalmente sobre las vertientes y cadenas occidentales de los Andes, como es por ejemplo el sistema montañoso de los Cerros de Amotapes en Tumbes y Piura, con altitudes de hasta 1800msnm. Las densidades y riqueza de especies de estos bosques son mucho más altas (alrededor de 20 especies arbóreas con DAP > 10cm por hectárea). Linares-Palomino (2002) reporta densidades de 524 individuos y un mínimo de 27 especies arbóreas con DAP e» 10cm para una sola hectárea. Estos datos representan valores de densidad y riqueza de especies muy por encima de cualquier otro estudio publicado para esta subunidad. Por ejemplo, el Comité de Reforestación Lambayeque (1992) reporta densidades entre 171 y 225 árboles con DAP e» 5cm por hectárea para los bosques de Racalí, Olmos (Lambayeque). Figuras cercanas son las de INRENA (1998), que reporta densidades de 300, 394 y 490 individuos con DAP e» 5cm por hectárea, para las tres parcelas con los valores más altos. De estas tres parcelas, dos se encuentran en terrenos colinoso-montañosos y la tercera es parte de un algarrobal ribereño. En inventarios efectuados por el Proyecto Algarrobo en la margen derecha del río Tumbes, reportan densidades de hasta 357 individuos por hectárea en bosques de colina (Proyecto Algarrobo, datos no publicados).

Las formaciones de BTES en la región de la Costa del noroeste del Perú se han estimado en 3'230,363 hectáreas que comprenden alrededor del 58% del área total de los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque (Proyecto Algarrobo, 2003). Se reconocieron tres tipos distintos de bosques secos en esta región: bosques secos de montaña, bosques secos de colina y los bosques secos de llanura. Las formaciones de BTES más extensos ocurren en Piura (más de 2 millones de hectáreas). Estos están compuestos principalmente de formaciones de BTES de llanura, en los cuales podemos encontrar extensas formaciones de bosques homogéneos dominados por ***Prosopis*** spp., con una densidad de hasta 180 árboles por hectárea, sin embargo las densidades de entre 32 - 78 árboles por hectárea son más comunes. Estos bosques contienen pocas especies además del ya mencionado ***Prosopis***, las más importantes incluyen a ***Acacia huarango*** y ***Capparis angulata*** (algunos de los binomios mencionados por los autores originales han sido sinonimizados o cambiados, ver Anexo 3).

En Tumbes, todos los tipos de BTES están igualmente bien representados (Proyecto Algarrobo, 2003). Florísticamente, los BTES de Tumbes son más heterogéneos que los de Piura. En un inventario hecho por el Proyecto Algarrobo en 1999 (datos no publicados), se reportaron 22 especies arbóreas, siendo las más conspicuas ***Tabebuia chrysantha***,

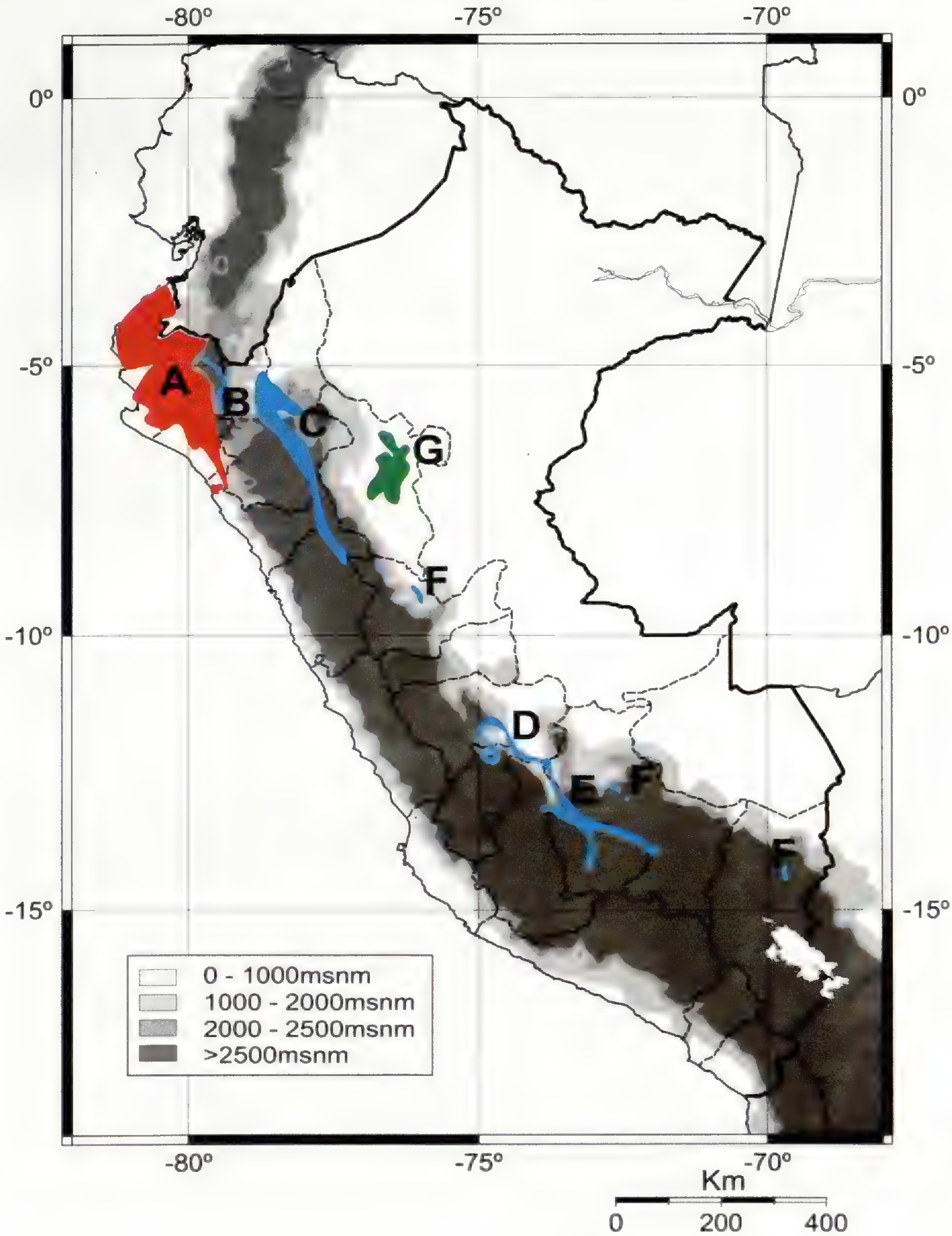


Fig. 6: Distribución de BTES en el Perú. Códigos de colores: rojo (A) = BTES Ecuatoriales; azul = BTES Interandinos, B = Huancabamba, C= Marañón, D = Mantaro, E = Apurímac, F = Remanentes menores; verde (G) = BTES Orientales.

Caesalpinea paipai, ***Prosopis pallida***, ***Bursera graveolens***, ***Capparis angulata*** y ***Loxopterygium huasango***. Ponte (1998) da una lista florística para los bosques ubicados en la Zona Reservada de Tumbes. Estos bosques, por sus características excepcionales de biodiversidad, han sido clasificados ya dentro de los bosques secos adyacentes de la región, ya dentro de bosques más húmedos. Brack (1988) los asigna a la Ecorregión del Bosque Tropical del Pacífico, que es definida como de clima tropical y lluvioso y considerada similar a los bosques pluviales de las costas de Ecuador y Colombia. El mapa ecológico del Perú (INRENA, 1975) asigna las zonas de vida Bosque muy seco tropical, bosque seco pre-montano tropical y bosque seco tropical a esta área, y el presente estudio afirma que basados en su composición florística, no corresponden a los bosques húmedos y están más relacionados con los BTES de la región ecuatorial del oeste de Sudamérica. Weberbauer (1945), llamó a la región al norte de los 4° 20', la "Región costera del Norte de paisaje siempre-verde a manera de parque", que corresponde a Tumbes. Las tierras bajas de esta formación son dominadas por ***Loxopterygium huasango***, aunque ***Caesalpinia corymbosa*** y ***Bursera graveolens*** también son comunes. Más cerca de las montañas de los Amotapes (y sobre ellas), ***Bombax discolor*** se hace el árbol más importante. Ferreyra (1983) produjo un mapa diferente para la misma área y clasificó la vegetación de BTES de la costa norte en la formación de Ceibal, que correspondería al bosque muy seco tropical del mapa ecológico del Perú. Los árboles de esta formación están compuestos de especies deciduas como ***Tabebuia chrysantha***, ***Bombax discolor***, ***Ceiba pentandra*** y ***Triplaris guayaquilensis***.

Otras formaciones de BTES para la subunidad se dan en las regiones más bajas de las faldas occidentales de la Cordillera Occidental, que alcanzan hasta los 1600m en el sur y 900-1000m en el norte (departamentos de Lambayeque, Cajamarca, Piura y Tumbes). La vegetación es llamada matorral siempre-verde por Weberbauer, siendo el árbol más frecuente ***Bombax discolor***. Otras especies importantes son ***Caesalpinia corymbosa***, ***Erythrina*** sp., ***Bursera graveolens*** y ***Loxopterygium huasango***.

La última región al sur que soporta BTES mencionada por Weberbauer (1936), se ubica en las faldas occidentales de los Andes, entre los ríos Moche y Saña (en los departamentos de La Libertad y Cajamarca). Una observación muy importante de Weberbauer es que en esta área, se hace evidente un cambio en la composición florística. De sur a norte, se hacen más frecuentes las plantas leñosas y los límites superiores de las formaciones de BTES descienden de 1800m en el sur a 1200m en el norte. Otra característica es que los elementos florísticos son de una naturaleza cada vez más norteña. Esto llevó a postular a Weberbauer de que esta flora esta más cercana a las formaciones de BTES del extremo norte que a la flora de los Andes centrales en el Perú. Aquí, ***Bombax discolor*** es el árbol dominante, mientras que ***Acacia macracantha***, ***Cercidium praecox***, ***Bursera graveolens*** y ***Capparis scabrida*** forman elementos menores.

Las relaciones florísticas y fitogeográficas de esta subunidad se dan con los BTES del Ecuador (Linares-Palomino *et al*., 2003; Bridgewater *et al*., 2003). Weberbauer (1945) y Svenson (1945) también sostuvieron que existían evidencias para relacionar la vegetación xerofítica de las costas ecuatoriano-peruanas con la de las Islas Galápagos. El origen de estas afinidades se ha discutido anteriormente en un contexto continental (Linares-Palomino *et al*., 2003). Acá, se discutirán los resultados del análisis multivariado, que indican una relación con la subunidad de BTES Interandinos. Esta afinidad es mayor de parte de los bosques menos diversos de las llanuras. Estas afinidades se pueden explicar debido a que entre las dos subunidades se ubica un área conocida como la "Zona Amotape-Huancabamba" (Berry, 1982; Weigend, 2002). Esta zona, que también ha sido denominada la Depresión de Huancabamba, se ubica entre los 4° y 6° de latitud sur y es una zona donde las Cordilleras Andinas están interrumpidas parcialmente por el sistema de los ríos Chamaya-Marañón. Las Cordilleras Central y Oriental están totalmente interrumpidas por estos ríos. Sólo la Cordillera Occidental se extiende sobre la región y tiene su punto más bajo en el Abra de Porculla (2145msnm, Lambayeque). Esta zona es considerada como muy importante en el sentido que representa una barrera biogeográfica para organismos de altura (Weigend, 2002). Sin embargo, para organismos del llano (como los que componen los BTES), la poca altura de la Cordillera en esta zona puede representar más bien una oportunidad de dispersión. Como se indica líneas abajo, se ha registrado especies características de BTES a alturas superiores a la de Porculla.

Debemos considerar asimismo, que las fluctuaciones climáticas en el Pleistoceno pueden haber contribuido a la dispersión de las especies. Se considera que durante tiempos de heladas, el clima era más frío y más seco que en tiempos inter-glaciales (cuando era cálido y húmedo, como en el presente). Este clima seco puede haber contribuido a que especies de los BTES hayan extendido su rango de distribución a través de la Zona Amotape-Huancabamba, explicando afinidades florísticas presentes.

2. Subunidad de BTES Interandinos

Así como con la información florística en la región del noroeste, pocas referencias existen para formaciones de BTES en otras regiones del Perú. Se han reportado principalmente para los valles interandinos en el Perú (Weberbauer, 1936; Sarmiento, 1975). A diferencia de la subunidad anterior, está compuesta principalmente por fragmentos y remanentes de BTES en las laderas de los valles de los ríos Huancabamba, Marañón, Apurímac y Mantaro principalmente (Figura 6, B - E), pero también algunos valles en Cusco (Quillabamba) y Puno (Sandia) (P. Nuñez, com. pers.). Estos bosques albergan especies endémicas como por ejemplo ***Browningia riosaniensis***, ***Monvillea euchlorus*** sub sp. ***jaensis***, ***Ruprechtia aperta*** (Bridgewater *et al*, 2003) pero son poco conocidos y están altamente amenazados.

1. El sistema del Río Huancabamba

La región más baja del valle interandino del río Huancabamba (departamento de Piura) soporta vegetación seca (Figura 6-B). El límite superior de esta región está en alrededor de 1500m a 2200m, con ***Bombax discolor*** dominando la vegetación (Weberbauer, 1911).

También los encontramos en la región más baja del valle del río Quiroz (departamento de Piura). Este tipo de vegetación esta dominado por ***Capparis scabrida***, ***C. mollis***, ***Bursera graveolens***, ***Acacia macracantha***, ***Loxopterygium huasango***, ***Bombax discolor***, otra especie de ***Bombax*** con tronco verde espinoso y abombado, y ***Chorisia insignis***. Esta área tiene una presencia muy alta de árboles de la familia Bombacaceae.

2. El sistema del Río Marañón

Presente en la región más baja de los valles interandinos entre los 6° y 6° 30' (Figura 6-C), pertenecientes a los ríos Marañón, Utcubamba, Chamaya, Llaucán y Chocano (departamentos de Cajamarca y Amazonas). El límite superior de esta región está en 1800m en el sur y en 1500m en el norte. Los cactus columnares se hacen más conspicuos (por ejemplo especies de ***Cereus***, ***Cephalocereus*** y ***Opuntia***). Cerca de sitios más húmedos, como por ejemplo riberas, ***Sapindus saponaria*** y ***Guazuma ulmifolia***, junto con elementos florísticos más orientales tales como ***Triplaris*** y ***Ochroma pyramidale*** están presentes. Recientemente, Bridgewater *et al*. (2003) inventariaron un área en los alrededores de Bagua Grande (en el valle del Utcubamba) encontrando 88 individuos con DAP e» 10cm en una parcela de 0.25 hectáreas. Ferreyra (1996) también describe esta región con plantas xerofíticas, al menos en las inmediaciones del Pongo de Rentema, que hacia el este es reemplazada por formaciones más húmedas. Zevallos-Pollito (1988) definió dos formaciones de BTES para el área Jaén-San Ignacio en Cajamarca: bosques secos densos y bosque seco parecido a sabana. Relacionó el primero con los bosques secos en la costa de Tumbes y Piura con ***Eriotheca discolor***, ***Capparis angulata***, ***Bombax*** sp., ***Pithecellobium excelsum*** y ***Acacia macracantha*** como los árboles dominantes. El número de árboles por hectárea fue estimado en 110, siendo considerada el segundo tipo de formación una forma degradada de la primera, debido a sobrepastoreo y actividades de extracción de madera.

En los departamentos de Ancash, La Libertad y Cajamarca, el valle interandino del Marañón, ocurren formaciones de llanura similares a las de los valles del sur en el fondo del valle entre 6° 30' y 9° (Weberbauer, 1911). Cactus columnares y árboles deciduos pequeños caracterizan la vegetación (por ejemplo ***Cercidium praecox***, ***Piptadenia colubrina***, ***Caesalpinia corymbosa***, ***Bombax discolor***, ***Bombax ruizii***). En la región más baja, el árbol dominante es ***Bombax discolor***, y en lugares donde aumenta la humedad, ***Piptadenia colubrina*** se hace más y más común.

En una síntesis de las investigaciones hechas durante varias expediciones a las cuencas superiores de los ríos Marañón, Huallaga y Ucayali, Ferreyra (1996) no reconoce explícitamente una formación de BTES para el Marañón, pero la lista florística y la sección del valle que analiza (el piso inferior, pre-montano entre 400m y 1000m) corresponde a este tipo de formaciones. Las especies arbóreas más conspicuas son ***Bombax discolor***, ***Chorisia integrifolia***, ***Capparis angulata***, ***Muntingia calabura***, ***Hura crepitans***, ***Pithecellobium excelsum*** y ***Jacquinia pubescens***. Reconoce a la vegetación de la cuenca del río Chamaya como una sabana con cactáceas columnares y algunas especies arbóreas caducifolias. Entre las especies arbóreas que menciona se encuentran algunas típicas de las formaciones de BTES, como ***Bombax discolor***, ***Chorisia integrifolia***, ***Jacquinia pubescens***, ***Cordia alliodora***, ***Hura crepitans***, ***Piptadenia viridiflora*** y ***Prosopis juliflora***.

De nuevo, usando el mapa de Formaciones Vegetales de Weberbauer (1936), los BTES más sureños los encontramos en los valles interandinos al sur de los 11° de latitud sur. Hay dos áreas importantes en esta región, el valle del río Mantaro en el departamento de Junín y el valle del río Apurímac entre los departamentos de Apurímac y Cusco. A parte de estas áreas principales, existen parches más pequeños y usualmente aislados de vegetación de BTES cerca de ellas.

3. El sistema del Río Mantaro

Según Weberbauer (1945), el valle del río Mantaro desde Tablachaca hasta el sur de la desembocadura del Río San Bernardo (departamento de Junín) está caracterizado por formaciones xerofíticas parecidas a sabana (Figura 6-D). Cerca de la desembocadura del San Bernardo, la flora es más rica y similar a la del valle del Apurímac. Las especies arbóreas dominantes son ***Bombax ruizii***, ***Piptadenia colubrina*** y ***Acacia macracantha***. El límite altitudinal superior de este BTES desciende con el río, estando a 2800m en el curso superior del valle y a 1800m en la parte más baja. En un trabajo más reciente, Tovar (1990) definió con más exactitud las formaciones vegetales en esta área. El BTES propiamente dicho lo limitó a lo que el llamó Piso Termoandino Inferior Seco, que tiene las siguientes características: la altitud del fondo del valle desciende de 2200m a 1200m y las temperaturas promedio anuales son mayores a 21°C. La vegetación correspondiente la denominó como Bosque Ralo Caducifolio con cactáceas columnares siendo las especies típicas ***Eriotheca ruizii***, conocido en la región como "pati" y el elemento dominante de los 1050m a 2350m, ***Cedrela weberbaueri*** (endémico del Mantaro), ***Piptadenia colubrina***. Las formaciones vegetales inmediatamente inferiores a este bosque seco pertenecientes al Piso Termoandino Inferior Subhúmedo equivalen a las formaciones sabaneras de Weberbauer, donde penetran algunas de las especies de la formación anterior, pero donde domina claramente ***Curatella americana***. Tovar (1990) restringió estas formaciones vegetales a las partes bajas del valle del Mantaro comprendidas

entre Mayocc y Tigre-pampa y afirmó que existe una relación florística existente entre esta parte seca del bajo Mantaro y la vegetación de los BTES de la costa norte del Perú (son especies comunes por ejemplo ***Eriotheca ruizii***, ***Acacia macracantha***, ***Prosopis pallida***, ***Cercidium praecox*** y ***Bursera graveolens***).

4. El sistema del Río Apurímac

En las secciones bajas de los valles de los ríos Pachachaca, Pampas y sección interandina del río Apurímac (departamento de Apurímac, Figura 6-E). Formaciones xerofíticas parecidas a las de llanura en la costa norte son la vegetación predominante en los fondos de los valles y en las paredes bajas de los valles de esta área. El límite de esta formación queda en 2400m en la parte sureña y en 1800m en las cercanías de la región oriental más húmeda. Las plantas características de estas comunidades son ***Cereus*** columnares y árboles pequeños de ***Bombax ruizii***. En un estudio sobre la biodiversidad del Perú, INRENA (1997) incluye información de esta formación como "bosque xerofítico", pero no menciona ni su extensión, ni su posición, aunque vagamente define el área como que se extiende de las alturas del Salcantay hasta valles estrechos en alrededor de 1000m". Esta área, de acuerdo con el mapa ecológico, incluye tres Zonas de Vida ***sensu*** Holdridge: bosque seco pre-montano subtropical, bosque muy seco pre-montano subtropical y matorral espinoso pre-montano subtropical. La mejor representación se encontraría en el valle del río Apurímac a la altura de Limatambo, es decir más o menos 13° 20'. Esta es la misma área estudiada por Weberbauer. Aquí, la primera y tercera zona de vida están presentes con especies tales como ***Eriotheca vargasii*** (una especie endémica para el área), ***Acacia macracantha***, ***Eriotheca ruizii*** y ***Piptadenia colubrina***.

5. Otros remanentes menores

Colecciones botánicas y expediciones más recientes en esta sección han descubierto otros remanentes pequeños y aislados de formaciones de BTES (M. P. Nuñez, com. pers.). Estos, están localizados en las áreas de Quillabamba, Machupicchu y Manu-Parobamba (entrada a Callanga) en el departamento del Cusco y Sandia en el departamento de Puno (Figura 6-F). Weberbauer (1936) considero las formaciones en Quillabamba y Machupicchu, es decir, alrededor del área del río Urubamba, como sabanas siempre-verdes y matorrales sabaneros siempre-verdes. La composición de especies es la misma dada por Nuñez e incluye especies tales como ***Curatella americana*** (una especie clásica y generalista de amplia distribución en las sabanas Neotropicales). El valle de Sandia también es mencionado por Weberbauer, pero sus únicos comentarios de este valle son que tiene un clima más seco y que la vegetación es dependiente del cambio de las estaciones (1936:80).

Más al norte, la sección interandina del valle del Huallaga en el departamento de Huánuco tiene formaciones de BTES (Figura 6-F), especialmente a lo largo de las ribe-

ras con ***Bauhinia*** spp., ***Jacaranda acutifolia*** y ***Piptadenia colubrina*** como especies deciduas conspicuas (Weberbauer, 1936).

Las relaciones florísticas y fitogeográficas internas y externas de esta subunidad son muy complejas. Su mayor afinidad esta con los BTES Ecuatoriales. Sin embargo, existe asimismo cierto grado de afinidad con los BTES interandinos de Bolivia, aunque es difícil establecer un límite preciso por la poca información disponible. Esto ha hecho que diversos autores hayan propuesto considerar a los BTES de los valles interandinos del sur del Perú y del noroeste de Bolivia como estrechamente relacionados. Ya en 1945, Weberbauer había sugerido la "existencia de una flora homogénea pre-Cuaternaria donde pudieran haber habido posibilidades de dispersión, que después fuera fragmentada por la orogenia de los Andes" para explicar esta afinidad y como ejemplo ponía a ***Loxopterygium huasango***. Sin embargo sabemos que la orogenia de los Andes es mucho más antigua. Gregory-Wodzicki (2000) sostiene que ya hace 10 millones de años los Andes alcanzaban alturas de 2000m. Si bien en tiempos pre-Andinos debió existir un área sin cordilleras donde pudo haber mayores posibilidades de dispersión y extensión de rangos, el levantamiento de los Andes fue más bien fue un factor que contribuyó a diferenciar las floras a ambos lados del Altiplano. El caso de ***L. huasango*** es interesante y refuerza esta hipótesis. Para empezar, al parecer hubo un error en la identificación de la especie que Weberbauer asignó a Bolivia, que al parecer es ***L. grisebachii***. Pero más allá de que se trate de dos especies diferentes de un género, un reciente análisis de tasas evolutivas (Pennington *et al.*, en prensa) rechazó la hipótesis de que las especies de ***Loxopterygium*** hayan empezado a evolucionar durante el Pleistoceno (a comienzos del Cuaternario).

3. Subunidad de BTES Orientales

Está también compuesta por fragmentos de BTES en los flancos orientales de los Andes en el departamento de San Martín (alrededores de Tarapoto, Figura 6-G).

Las formaciones de BTES alrededor de Tarapoto han sido inventariadas recientemente (Bridgewater *et al.*, 2003). Aquí, las familias más importantes fueron las ***Sapotaceae***, ***Meliaceae***, ***Celastraceae*** y ***Anacardiaceae***, siendo ***Manilkara bidentata*** la especie más común. La composición florística de esta parcela se supone transicional por naturaleza y es difícil relacionarla con otras formaciones de BTES en la región. Linares-Palomino *et al.* (2003) y Bridgewater *et al.* (2003) demostraron que existe una similitud muy baja de los bosques de esta región con otros BTES en la costa de Ecuador-Perú y de los Andes peruanos.

El endemismo de esta región es sorprendente. Bridgewater *et al.* (2003) reportan la presencia de tres especies endémicas, restringidas al área de Tarapoto, en una parcela de 0.2 hectáreas (***Schinopsis peruviana***, ***Trichilia ulei*** y ***Triplaris peruviana***). Fuera de la parcela se reportó asimismo las siguientes especies endémicas: ***Platymiscium gracile***, ***Lecointea*** cf. ***peruviana*** e ***Inga tenuicalyx***.

Aspectos de conservación

Los BTES Ecuatoriales conjuntamente con los Orientales están incluidos dentro de lo que Sagastegui *et al*. (1999) calificaron como el Noroeste del Perú, que comprende los departamentos de Tumbes, Piura, La Libertad, Lambayeque, Cajamarca, Amazonas y San Martín y que representa aproximadamente el 10% de la superficie total del país, es decir aproximadamente 120,000 km^2. En esta área, Sagástegui *et al*. (1999) reportaron la presencia de 8,145 especies de plantas. Esto representa aproximadamente el 47% del total de la diversidad vegetal en el Perú.

Trabajos previos en la región ya habían demostrado amenazas a su biodiversidad (CDC-UNALM *et al*., 1997; Young & Reynel, 1997). Estas incluyen crecimiento poblacional, agricultura y ganadería sin planeamiento, sumado al uso no sostenible de los recursos naturales para alimentación y producción de energía. Estos elementos constituyen presiones permanentes y destructivas sobre el ecosistema, haciendo necesario un estudio detallado de su impacto (Sagastegui *et al*., 1999). Como una manera de aminorar la amenaza, se han establecido varias áreas naturales protegidas (ANP) en la región, basadas en su alta prioridad de conservación. A pesar de que las ANP existentes son de un alto valor de conservación, existen muchas áreas ecológicamente importantes que tiene un valor similar que no están protegidas. A pesar de que la legislación peruana permite el establecimiento de ANP regionales e inclusive locales (a nivel municipal) para solucionar este problema, ninguna ha sido creada hasta el momento debido a la falta de información básica referente a flora y fauna, en muchos casos.

De las tres subunidades propuestas, sólo la Ecuatorial tiene unidades de conservación que incluyen BTES: el Parque Nacional Cerros de Amotape, el Coto de Caza El Angolo y la Zona Reservada de Tumbes (no se incluye al Santuario Nacional Manglares de Tumbes, a pesar de que también tiene esta formación incluida en su área, pero que es mínima) se ubican en Tumbes y Piura y conjuntamente abarcan un territorio de más de 2000km^2. Otras menores se ubican más al sur: el Santuario Nacional Bosque de Pomac (Lambayeque), las Zonas Reservadas Algarrobal El Moro (La Libertad) y Laquipampa (Lambayeque), que abarcan conjuntamente alrededor de 250km^2. Sin embargo no existen unidades de conservación en ninguna de las otras dos subunidades, mucho más amenazadas y fragmentadas que la primera. Y más aún, la singularidad de los fragmentos de BTES de Tarapoto, casi desaparecidos y muy amenazados, los hace merecedores de más atención por parte de la comunidad científica en particular y sociedad en general. El estado de estos bosques nos presenta ante una interrogante muy actual para los BTES: es este el futuro de los BTES en el Perú y en el Neotrópico en general?

Agradecimientos

Gracias a G. Arellano, S. Bridgewater y T. Pennington por sus comentarios al texto. Los mapas fueron creados con GMT (Generic Mapping Tools) disponible en http://www.aquarius.geomar.de/omc/omc_intro.html. Parte de los datos presentados en este articulo se produjeron durante una estadía en el Reino Unido, financiada por el UK Darwin Initiative (project 09/017), Friends of the Royal Botanic Garden Edinburgh, el Royal Botanic Garden Edinburgh y la Universidad de Edinburgh.

Literatura citada

Berry, P. E. 1982. The systematics and evolution of Fuchsia, section Fuchsia (Onagraceae). Ann. Missouri Bot. Gard. 69(1):1-198.

Brack, A. 1988. Ecología de un país complejo. En: *Gran Geografía del Perú – Naturaleza y Hombre*. Editorial Juan Mejía Baca – Manfer.

Braun-Blanquet, J. 1932. *Plant sociology: the study of plant communities*. (English translation). McGraw-Hill, New York & London.

Bridgewater, S., R. T. Pennington, C. A. Reynel, A. Daza & T. D. Pennington. 2003. A preliminary floristic and phytogeographic analysis of the woody flora of seasonally dry forests in northern Peru. *Candollea* 58(1):129-148.

Brummit, R. K & C.E. Powell (Eds.). 1992. *Authors of Plant Names*. Royal Botanical Gardens, Kew.

CDC-UNALM, FPCN & O. Herrera-Macbryde. 1997. Cerros de Amotape National Park. North-western Peru. In: S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A. C. Hamilton (eds.) *Centres of Plant Diversity, a guide and strategy for their conservation*. Volume 3: The Americas, pp. 513-518. IUCN/WWF. Information Press, Oxford, UK.

Comité de Reforestación Lambayeque. 1992. *Inventario forestal de los bosques del Area Reservada Racali – Olmos*. Comité de Reforeastacion Lambayeque, Lambayeque, Perú.

Ferreyra, R. 1983. Los tipos de vegetación de la costa peruana. *Anales Jard. Bot. Madrid* 40(1):241-256.

Ferreyra, R. 1996. *Comunidades vegetales de la cuenca superior de los ríos: Marañón, Huallaga y Ucayali*. Documento Técnico N° 27. IIAP. Iquitos, Perú.

Gauch, H. G. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forests. In: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina (Eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*, pp. 146-194. Cambridge, Cambridge University Press.

Gregory-Wodzicki, K. M. 2000. Uplift history of the Central and Northern Andes: A review. GSA Bull. 112(7):1091-1105.

INRENA (Instituto de Recursos Naturales). 1975. *Mapa Ecológico del Perú escala 1:1 000 000 con guia explicativa*. Lima, Perú.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 1995. *Mapa Forestal del Perú escala 1:1 000 000 con guia explicativa*. Lima, Perú.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 1997. *Estudio nacional de la diversidad biológica*. Vol. 2: Diagnóstico Regional de la Diversidad Biológica. INR-77-DGANPFS. Lima-Perú.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 1998. *Mapa de bosques secos del Departamento de Piura*. Memoria descriptiva. INR-82-DGEP. Lima-Perú.

Kent, M. & P. Coker. 1992. *Vegetation description and analysis. A practical approach*. John Wiley & Sons.

Kessler, M. & N. Helme. 1999. Floristic diversity and phytogeography of the central Tuichi valley, an isolated dry forest locality in the Bolivian Andes. *Candollea* 54(2):341-366.

Linares-Palomino, R. 2002. *A floristic and phytogeographic analysis of Peruvian seasonally dry tropical forests*. MSc Thesis, University of Edinburgh, UK.

Linares-Palomino, R. 2003. *Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos en el Perú. Distribución, Composición y Relaciones Florísticas*. Trabajo Profesional para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Linares-Palomino, R., R. T. Pennigton & S. Bridgewater. 2003. The phytogeography of the seasonally dry tropical forests in Equatorial Pacific South América. *Candollea* 58(2):473-499.

MCCUNE, B. & M. J. Mefford. 1999. PC-ORD. *Multivariate Analysis of Ecological Data*, Version 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.

Missouri Botanical Garden. 2002. *The Alwyn H. Gentry Forest Transect Data Set*. www.mobot.org/MOBOT/Research/gentry/transect.shtml.

Oliveira, A. A. de & B. W. Nelson. 2001. Floristic relationships of terra firme forests in the Brazilian Amazon. *Forest Ecol. Managem.* 146:169-179.

Oliveira-Filho, A. T. & J. A. Ratter. 1995. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinb. J. Bot.* 52(2):141-194.

Pennigton, R. T., M. Lavin, D. E. Prado, C. A. Pendry, S. Pell & C. Butterworth. En prensa. Neotropical seasonally dry forests plants show patterns of both Tertiary and Quaternary diversification. *Philos. Trans., Ser. B.*

Pennington, R. T., D. E. Prado & C. A. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. *J. Biogeogr.* 27:261-273.

Ponte, M. 1998. Inventario y análisis florístico de la estructura del bosque. En: W. H. Wust (Ed.), *La Zona Reservada de Tumbes, Biodiversidad y Diagnostico Socioeconomico*. Pp. 43-65. The John D. And Catherine C. MacArthur Foundation.

Prado, D. E. 1991. *A critical evaluation of the floristic links between Chaco and Caatingas vegetation in South America*. PhD thesis, University of St. Andrewes, UK.

Prado, D. E. 2000. Seasonally dry forests of tropical South America: From forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinb. J. Bot.* 57(3):437-461.

Proyecto Algarrobo. 1993. *Mapa e inventario forestal de los bosques secos de Lambayeque*. Memoria explicativa. CEIMAD-Proyecto Algarrobo, Chiclayo, Perú.

Proyecto Algarrobo. 2003. Resumen Ejecutivo 2003. Proyecto Algarrobo, Chiclayo, Perú.

Ratter, J. A., S. Bridgewater, R. Atkinson & J. F. Ribeiro. 1996. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. *Edinb. J. Bot.* 53(2):153-180.

Ratter, J. A. & T. C. D. Dargie. 1992. An analysis of the floristic composition of 26 Cerrado areas in Brazil. *Edinb. J. Bot.* 49(2):235-250.

Rios T, J. 1989. Análisis del hábitat del Coto de Caza El Angolo - Piura. Escuela de Post-Grado. Tesis (Mg Sc). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 268 p.

Sagástegui A., M. O. Dillon, I. Sánchez, S. Leiva & P. Lezama A. 1999. *Diversidad Florística del Norte de Perú*. Tomo 1. WWF & Fondo Editorial Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Sarmiento, G. 1975. The dry plant formations of South America and their floristic connections. *J. Biogeog.* 2:233-251.

Svenson, H. K. 1945. Vegetation of the coast of Ecuador and Peru and its relation to the Galapagos Islands. I. Geographical relations of the flora. *Am. J. Bot.* 33: 394-426.

Ter Steege, H., D. Sabatier, H. Castellanos, T. Van Andel, J. Duivenvoorden, A. A. de Oliveira, R. EK, R. Lilwah, P. Maas & S. Mori. 2000. An analysis of the floristic composition and diversity of Amazonia forests including those of the Guiana Shield. *J. Trop. Ecol.* 16:801-828.

The Plant Names Project. 1999. *International Plant Names Index.* Publicado en Internet: http://www.ipni.org [acceso en Enero – Mayo 2003].

Tovar, O. 1990. *Tipos de vegetación, diversidad florística y estado de conservación de la cuenca del Mantaro.* Centro de Datos para la Conservación. Lima, Perú.

Vellend, M. 2001. Do commonly used indices of ^{2}-diversity measure species turnover? *J. Veg. Sc.* 12:545-552.

Weberbauer, A. 1911. *Die Pflanzenwelt der peruanischen Anden.* Verlag von Wilhelm Engelmann. Leipzig.

Weberbauer, A. 1912. Pflanzengeographische Studien im südlichen Peru. *Bot. Jahrb. Syst.* 48, Beiblatt 107:27-46. Leipzig. Berlin 1913.

Weberbauer, A. 1914. Die Vegetationsgliederung des nördlichen Peru um 5° südl. Br. (Departmento Piura und Provincia Jaen des Departamento Cajamarca). *Bot. Jahrb. Syst.* 50: 72-94. Leipzig. 1914.

Weberbauer, A. 1936. Phytogeography of the Peruvian Andes. *Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser.* 13:13-81.

Weberbauer,A. 1945. *El mundo vegetal de los Andes Peruanos.* Estac. Exper. Agric. La Molina. Edit. Lume. Lima.

Weigend, M. 2002. Observations on the biogeography of the Amotape-Huancabamba Zone in northern Peru. Bot. Rev. 68(1):38-54.

Young, K. R. & C. Reynel. 1997. Huancabamba Region, Peru and Ecuador. In: S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A. C. Hamilton (eds.) *Centres of Plant Diversity, a guide and strategy for their conservation.* Volume 3: The Americas, pp. 465-469. IUCN/WWF. Information Press, Oxford, UK.

Zevallos-Pollito, P. A. 1988. *Estudio dendrológico de las Podocarpáceas y otras especies forestales de Jaén y San Ignacio.* CONCYTEC. Jaén, Perú.

Lista de especies de BTES para el Perú

Esta lista fue elaborada sólo con las referencias usadas para el análisis multivariado. No pretende ser una lista exhaustiva y definitiva. Los unicados se muestran en negritas y el número que acompaña a cada especie corresponde al número de sitios evaluados donde ha sido reportada.

ANACARDIACEAE

Loxopterygium huasango Spruce ex Engl. 13

Schinopsis peruviana Engl. 1

Schinus molle L. 3

Spondias mombin L. 2

ANNONACEAE

Annona montana Macfad. 2

Oxandra espintana (Spruce ex Benth.) Baill. 1

APOCYNACEAE

Aspidosperma parvifolium A. DC. 2

ARECACEAE

Attalea tessmannii Burret 1

Fulcaldea laurifolia (Bonpl.) Poir. ex Less. 1

Tessaria integrifolia Ruiz & Pav. 1

BETULACEAE

Alnus jorullensis Kunth 2

BIGNONIACEAE

Crescentia amazonica Ducke 1

Jacaranda acutifolia Bonpl. 1

Mansoa hymenaea (DC.) A.H. Gentry 1

Tabebuia chrysantha (Jacq.) G. Nicholson 4

Tabebuia impetiginosa (Mart. ex DC.) Standl. 1

Tabebuia incana A.H. Gentry 1

Tabebuia ochracea (Cham.) Standl. 1

BOMBACACEAE

Cavanillesia platanifolia (Bonpl.) Kunth 2

Ceiba insignis (Kunth) P.E. Gibbs & Semir 1

Ceiba trichistandra (A. Gray) Bakh. 6

Chorisia integrifolia Ulbr. 1

Eriotheca discolor (Kunth) A. Robyns 5

Eriotheca ruizii (K. Schum.) A. Robyns 12

Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb. 3

Pachira trinitensis Urb. 1

BORAGINACEAE

Cordia eriostigma Pittier 1

Cordia iguaguana Melch. ex I.M. Johnst. 2

Cordia lutea Lam. 8

Saccellium lanceolatum Bonpl. 2

BUDDLEJACEAE

Buddleja americana L. 1

BURSERACEAE

Bursera graveolens (Kunth) Triana & Planch. 15

CACTACEAE

Armatocereus cartwrightianus (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill 1

Armatocereus matucanensis Backeb. Ex A. W. Hill 1

Browningia microsperma (Werderm. & Backeb.) W.T. Marshall 1

Browningia riosaniensis (Backeb.) G. D. Rowley 1

Monvilea euchlorus (Weber ex K. Schum) Backeb. 1

CAPPARIDACEAE

Capparis avicennifolia Kunth 2

Capparis flexuosa (L.) L. 14

Capparis petiolaris Kunth 2

Capparis prisca J.F. Macbr. 1

Capparis scabrida Kunth 14

Capparis sprucei Eichler 1

Morisonia oblongifolia Britton 1

CELASTRACEAE

Maytenus emarginata (R&P) Loes. 1

Maytenus macrocarpa (Ruiz & Pav.) Briq. 1

Maytenus octogona (L'Hér.) DC. 1

Maytenus retusa Briq. 1

COCHLOSPERMACEAE

Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng. 7

COMBRETACEAE

Terminalia valverdeae A.H. Gentry 5

CONVOLVULACEAE

Ipomoea phillomega (Vell.) House 1

ERYTHROXYLACEAE

Erythroxylum deciduum A. St.-Hil. 1

Erythroxylum subracemosum Turcz. 1

Erythroxylum ulei O.E. Schulz 1

EUPHORBIACEAE

Croton glabellus L. 1

Hura crepitans L. 2

Sapium laurifolium (A. Rich.) Griseb. 1

FABACEAE

Abarema laeta (Benth.) Barneby & J.W. Grimes 1

Acacia aroma Gillies ex Hook. & Arn. 2

Acacia macracantha Humb. & Bonpl. ex Willd. 7

Acacia polyphylla DC. 1

Acacia tortuosa (L.) Willd. 1

Albizia multiflora (Kunth) Barneby & J.W. Grimes 5

Bauhinia aculeata L. 2

Caesalpinia glabrata Kunth 8

Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze 2

Cassia fistula L. 2

Centrolobium ochroxylum Rose ex Rudd 2

Cyathostegia mathewsii (Benth.) Schery 1

Erythrina falcata Benth. 1

Erythrina smithiana Krukoff 6

Erythrina velutina Willd. 1

Geoffroea spinosa Jacq. 7

Inga codonantha Pittier 1

Inga feuillei DC. 2

Inga laurina (Sw.) Willd. 1

Inga stenoptera Benth. 2

Leucaena trichodes (Jacq.) Benth. 5

Lonchocarpus nitidus (Vogel) Benth. 1

Machaerium millei Standl. 2

Machaerium peruvianum J.F. Macbr. 1

Parkinsonia aculeata L. 1

Parkinsonia praecox (Ruiz & Pav.) Hawkins 2

Piptadenia viridiflora (Kunth) Benth. 1

Piscidia carthagenensis Jacq. 1

Pithecellobium excelsum (Kunth) Mart. 3

Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand 1

Prosopis juliflora (Sw.) DC. 5

Prosopis pallida (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth 4

Pterocarpus amazonum (Mart. ex Benth.) Amshoff 1

Senna atomaria (L.) H.S. Irwin & Barneby 1

Senna bicapsularis (L.) Roxb. 1

Senna mollissima (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby 1

FLACOURTIACEAE

Casearia aculeata Jacq. 1

Casearia sylvestris Sw. 1

Prockia pentamera A.H. Gentry 1

HIPPOCRATEACEAE

Hippocratea volubilis L. 1

LAURACEAE

Ocotea aurantiodora (Ruiz & Pav.) Mez 4

Ocotea piurensis Mez 1

MELIACEAE

Cedrela fissilis Vell. 1

Cedrela lilloi C. DC. 1

Trichilia elegans A. Juss. 1

Trichilia hirta L. 1

Trichilia maynasiana (Sw.) Poir. 1

Trichilia pallida Sw. 1

Trichilia rubra C. DC. 2

MORACEAE

Brosimum alicastrum Sw. 1

Ficus citrifolia Mill. 1

Ficus eximia Schott 2

Ficus guianensis Desv. ex Ham. 1

Ficus jacobii Vázq. Avila 1

Ficus maxima Mill. 1

Ficus oblongifolia Kunth 1

Ficus pertusa L. f. 1

Maclura tinctoria (L.) D. Don ex Steud. 2

Morus celtidifolia Kunth 1

Sorocea sprucei (Baill.) J.F. Macbr. 1

MYRTACEAE

Myrcianthes discolor (Kunth) McVaugh 1

Psidium rostratum McVaugh 2

Psidium rutidocarpum Ruiz & Pav. 1

NYCTAGINACEAE

Bougainvillea pachyphylla Heimerl ex Standl. 1

Bougainvillea peruviana Bonpl. 2

Pisonia aculeata L. 2

OLACACEAE

Ximenia americana L. 1

OLEACEAE

Schrebera americana (Zahlbr.) Gilg 5

PHYTOLACCACEAE

Gallesia integrifolia (Spreng.) Harms 1

Phytolacca dioica L. 1

Phytolacca weberbaueri H. Walter 2

POLYGONACEAE

Coccoloba coronata Jacq. 1

Coccoloba densifrons C. Mart. ex Meisn. 1

Coccoloba mollis Casar. 1

Coccoloba padiformis Meisn. 1

Coccoloba ruiziana Lindau 2

Coccoloba scandens Casar. 1

Ruprechtia aperta 1

Ruprechtia jamesonii Meisn. 1

Triplaris americana L. 1

Triplaris cumingiana Fisch. & C.A. Mey. ex C.A. Mey. 2

Triplaris setosa Rusby 1

RHAMNACEAE

Colubrina retusa (Pittier) R.S. Cowan 1

Rhamnidium elaeocarpum Reissek 1

Ziziphus thyrsiflora Benth. 5

RUBIACEAE

Alseis peruviana Standl. 4

Cinchona pubescens Vahl 1

Simira rubescens (Benth.) Bremek. ex Steyerm. 4

Simira williamsii (Standl.) Steyerm. 2

Sphinctanthus auriantiacus (Standl.) Fagerl. 1

RUTACEAE

Dictyoloma peruvianum Planch. 1

Zanthoxylum acuminatum (Sw.) Sw. 1

Zanthoxylum fagara (L.) Sarg. 3

Zanthoxylum mantaro (J.F. Macbr.) J.F. Macbr. 1

Zanthoxylum rigidum Humb. & Bonpl. ex Willd. 3

SALICACEAE

Salix humboldtiana Willd. 6

SAPINDACEAE

Allophylus loretensis Standl. ex J.F. Macbr. 1

Cupania latifolia Kunth 1

Sapindus saponaria L. 7

SAPOTACEAE

Chrysophyllum lucentifolium Cronquist 1

Sideroxylon obtusifolium (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn. 1

SAXIFRAGACEAE

Escallonia pendula (Ruiz & Pav.) Pers. 2

SOLANACEAE

Acnistus arborescens (L.) Schltdl. 2

STERCULIACEAE

Guazuma ulmifolia Lam. 3

STYRACACEAE

Styrax tarapotensis Perkins 1

THEOPHRASTACEAE

Jacquinia sprucei Mez 2

TILIACEAE

Heliocarpus americanus L. 1

Muntingia calabura L. 4

ULMACEAE

Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg. 2

Celtis loxensis C.C. Berg 1

Celtis pubescens Spreng. 1

Celtis schippii Standl. 2

Trema micrantha (L.) Blume 2

URTICACEAE

Urera elata (Sw.) Griseb. 1

VERBENACEAE

Citharexylum chartaceum Moldenke 1

Vitex gigantea Kunth 2

Nomenclatura correcta de especies vegetales mencionadas en el texto

Nomenclatura original		Nomenclatura aceptada según w³-TROPICOS (http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html)	
Acacia	*huarango*	*Acacia*	*aroma*
Bombax	*discolor*	*Eriotheca*	*discolor*
Bombax	*ruizii*	*Eriotheca*	*ruizii*
Caesalpinea	*paipai*	*Caesalpinia*	*glabrata*
Caesalpinia	*corymbosa*	*Caesalpinia*	*glabrata*
Caesalpinia	*paipai*	*Caesalpinia*	*glabrata*
Capparis	*angulata*	*Capparis*	*scabrida*
Capparis	*mollis*	*Capparis*	*flexuosa*
Capparis	*ovalifolia*	*Capparis*	*avicennifolia*
Celtis	*triflora*	*Celtis*	*iguanaea*
Cercidium	*praecox*	*Parkinsonia*	*praecox*
Chorisia	*insignis*	*Ceiba*	*insignis*
Eryotheca	*ruizii*	*Eriotheca*	*ruizii*
Geoffroea	*striata*	*Geoffroea*	*spinosa*
Loxopterigium	*huasango*	*Loxopterygium*	*huasango*
Piptadenia	*colubrina*	*Anadenanthera*	*colubrina*
Triplaris	*guayaquilensis*	*Triplaris*	*cumingiana*
Zizyphus	*thrysiflora*	*Ziziphus*	*Thyrsiflora*

Arnaldoa
11(1): 139 -160. 2004

Variabilidad morfológica y distribución geográfica del yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H.Robinson, en el norte peruano

JUAN SEMINARIO
MIGUEL VALDERRAMA
JORGE ROMERO
Programa de Raíces y Tubérculos Andinos
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

Resumen

La variabilidad morfológica y la distribución geográfica de 108 entradas (una silvestre) de yacón, fueron analizadas. El germoplasma fue colectado en 10 departamentos del Perú, pero el 95 % corresponde al norte peruano (Ancash, La Libertad, Cajamarca, Amazonas, Lambayeque y Piura). El agrupamiento visual en campo, se hizo con siete descriptores cualitativos y se identificaron nueve morfotipos (ocho cultivados y un silvestre). Seis de los morfotipos cultivados son reconocidos plenamente por los agricultores. En el análisis de agrupamiento (mediante NTSYS 2.1), se usaron 20 descriptores cualitativos y el fenograma indicó también nueve morfotipos (ocho cultivados y un silvestre). Los descriptores más importantes que explican la variación del yacón, están referidos a la hoja, la flor y la raíz. El morfotipo silvestre perteneciente a ***S. siegesbeckius***, tiene mayor afinidad con los morfotipos I, II y III. El germoplasma se distribuye desde 1220 hasta 3500 msnm, en las regiones Yunga marítima, Yunga fluvial, Quechua y Selva Alta, con mayor frecuencia alrededor de los 2500 msnm y con mayor tendencia hacia la cuenca oriental. Seis morfotipos cultivados se distribuyen sólo en el norte peruano y dos (I y II) se distribuyen además en otras regiones del país.

Palabras clave: yacón, ***Smallanthus sonchifolius***, variabilidad, morfotipos, Perú.

Abstract

The morphological variability and geographical distribution of 108 accessions (a wild one) of yacon, were analyzed. The germoplasm was collected in 10 departments of the Peru. Ninety five percent of this germoplasma come from the north of this country (Ancash, La Libertad, Cajamarca, Amazons, Lambayeque and Piura). The visual cluster in field made with seven qualitative descriptors allowed us to indentify nine morphotypes

(eight cultivated and a wild one). Six of the cultivated morfotypes were fully recognized by the farmers. In the cluster analysis (by means of NTSYS 2.1), 20 qualitative descriptors were used and the phenogramme also indicated nine morphotypes (eight cultivated and a wild one). The most important descriptors that explain the yacon variation, are referred to the leaf, the flower and the root. The wild morphotype (***S. siegesbeckius***), was very like the morphotypes I, II and III. Germoplasm is distributed from 1220 up to 3500 masl, in the Yunga, Quechua and Selva Alta (High forest) regions, with more frequency around the 2500 masl and with more tendency toward the oriental basin. Six cultivated morphotypes are exclusively distributed in the north and two (I and II) are also distributed in other regions of the country.

Key words: yacon, ***Smallanthus sonchifolius***, variability, morphotypes, Peru.

Introducción

El género ***Smallanthus*** comprende 20 ó 21 especies distribuidas desde el sur de México y Centro América, hasta el norte de Argentina (Wells, 1965; Robinson, 1978; Grau y Rea, 1997). El yacón {***Smallanthus sonchifolius*** (Poepp. & Endl.) H. Robinson}, es la única especie domesticada dentro del género, cultivado por su raíz desde la época pre-inca. Morfológicamente, los parientes silvestres más cercanos al yacón, son ***S. siegesbeckius*** y ***S. macroscyphus*** (Grau y Rea, 1997). El primero se distribuye en Perú (Junín, San Martín y Cusco), en Bolivia, Brasil y Paraguay y el segundo se encuentra en Bolivia y el noroeste de Argentina (Brako y Zarucchi, 1993; Grau y Rea, 1997).

El yacón, en el norte peruano, también es denominado «llacón», «llakwash», «racón» (Seminario *et al.* 2003) y «llakjum», «aricoma», «aricuma», «llaqon», «llacuma», y «yacumi», en otras partes del Perú (Meza, 1995; Grau y Rea, 1997). En los últimos años, ha recibido mayor atención, debido a que se evidenciaron propiedades, nutricionales y medicinales, en sus raíces y hojas (Valderrama y Seminario, 2003a; Seminario *et al.*, 2003). La planta se distribuye en todos los países andinos, desde Venezuela hasta el norte de Argentina (Zardini, 1991); pero, la mayor variabilidad e importancia adquiere en Bolivia, Perú y Ecuador. En el Perú, la mayor variabilidad, al parecer, se encuentra en los departamentos del sur - Puno, Cusco, Apurimac- (Meza, 1995) y en los departamentos del norte, desde Ancash hasta Piura (Seminario *et al.*, 2003).

En el norte peruano, las mejores condiciones para el cultivo se encuentran en el piso alto de la región Yunga marítima y fluvial y el piso medio de la región Quechua (1100 a 2500 msnm y 650 a 1000 mm de lluvia anual), aunque se extiende sin dificultad hacia la Chala o Costa (Seminario y Valderrama, 2003; Seminario *et al.*, 2003).

En la última década, varias instituciones de los países andinos realizaron colectas de germoplasma, caracterizaciones y evaluaciones con el propósito de contribuir a la conservación y el uso sostenido del recurso. Las colecciones de germoplasma más importantes se encuentran en Perú y Ecuador (Tabla 1).

Existen pocos estudios sobre la variabilidad del germoplasma de yacón, aspecto importante y necesario para el mejor uso del recurso. Un enfoque ha sido, definir dentro de las colecciones, grupos denominados morfotipos. Un morfotipo es un grupo de muestras o entradas de una especie, que presenta caracteres cualitativos, fácilmente observables, que lo diferencia de otros grupos. Para el caso de plantas cultivadas el morfotipo es sinónimo de cultivar, el cual, por lo general, es plenamente descrito e identificado por los agricultores (Valderrama y Seminario, 2003b).

En Ecuador, de un total de 25 entradas mantenidas por el INIAP, se identificaron cuatro morfotipos: morado, verde claro, verde oscuro pulpa blanca y verde oscuro pulpa amarilla (Morillo *et al.*, 2002).

En Bolivia, de las exploraciones de Alvarez (1996), Grau y Rea (1997) y Rea (1998) se desprende que en este país existen por lo menos cuatro cultivares, cuya descripción es como sigue:

'K´ellu ch´eche', de pulpa amarilla, con manchas concéntricas rojo-magenta, con el máximo grado de dulzor,

'K´ellu', de pulpa amarilla y dulce

'Yurac ch´eche', de pulpa blanca, con manchas concéntricas rojo-magenta, menos dulce que el anterior, y

'Yurac', de pulpa blanca poco dulce

En Cusco, Meza (1995) describe cinco cultivares o variedades nativas:

'Q´ello llakjum', de raíz oblonga, piel crema, corteza amarilla, pulpa amarilla, de 240 a 260 días a la cosecha.

'Ch´ecche llakjum', raíz fusiforme, piel crema, corteza con jaspes púrpura, pulpa amarilla, ligeramente dulce, de 260 a 280 días a la cosecha,

'Yurac ch´ecche', de raíz fusiforme, piel crema oscuro, corteza con jaspes púrpuras, pulpa blanca, ligeramente dulce, de 265 a 289 días a la cosecha,

'Yurac llakjum', de raíz fusiforme alargada, piel rosada, de pulpa blanca, ligeramente dulce, de 270 a 290 días a la cosecha,

'Culli llakjum', de raíz fusiforme, piel púrpura, pulpa blanca, de 228 a 240 días a la cosecha.

En 1983, en la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) se realizó la primera investigación sobre germoplasma de yacón (León Malón, 1983). Los estudios se reiniciaron en 1993 y desde ese año al 2002, se colectaron 125 entradas, de las cuales, cinco son silvestres, una perteneciente a y cuatro pertenecientes a otros géneros de la familia. Estas últimas fueron colectadas en los primeros años, debido a que en las comunidades campesinas son conocidas como «llacón de campo», «llaconcillo» y «llaconquegua».

Del total de entradas colectadas, 112 se conservan en campo y en un estudio anterior, Seminario *et al.* (2003) indican que de 98 entradas caracterizadas, se identificaron siete morfotipos, definidos mediante 20 descriptores cualitativos.

El presente artículo, se refiere a la variabilidad y la distribución de 108 entradas de yacón, colectadas en 10 departamentos del Perú, de las cuales el 95 % corresponden al norte peruano. Los resultados indicaron total coincidencia entre el agrupamiento visual en campo, mediante siete descriptores morfológicos y el agrupamiento mediante NTSYS 2.1, con 20 descriptores morfológicos. En los dos casos, se identificaron ocho morfotipos domesticados y un silvestre, consecuentemente, la colección tendría 92 % de entradas duplicadas. El germoplasma se distribuye en las regiones Yunga marítima, Yunga fluvial, Quechua y Selva Alta, con mayor tendencia hacia la cuenca oriental. Dos morfotipos cultivados tienden a distribuirse en todo el país y seis sólo se distribuyen en el norte peruano.

Material y métodos

Se utilizaron 108 entradas de yacón colectadas en los departamentos de Ancash, La Libertad, Cajamarca, Amazonas, Piura, Lambayeque, Lima, Ayacucho, Apurimac y Cusco. El 95 % de estas entradas corresponden a los departamentos del norte, desde Ancash hasta Piura, 91 % corresponden a nueve provincias del departamento de Cajamarca. Este germoplasma incluye las entradas anteriormente caracterizadas por Seminario *et al.* (2003), más otras 10, una de las cuales pertenece al pariente silvestre ***S. siegesbeckius*** (DC) H Robinson (Wells, 1965; Brako y Zarucchi, 1993; Grau y Rea, 1997), colectada en Ahuabamba, Machu Picchu (Cusco), la cual se incluyó en el estudio, para establecer la cercanía con los morfotipos domesticados. Los datos pasaporte del germoplasma se presentan en la Tabla 2.

El germoplasma fue sembrado, en dos campañas (2001-2002 y 2002-2003), en el campo experimental del Programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la UNC (PRTA-UNC) ubicado a 7° 29' 45" LS, 78° 10' 12" LO y 2670 msnm. El sitio registra 14 °C de temperatura y 670 mm de lluvia, promedios anuales, respectivamente. Cada entrada se sembró en un surco de 15 plantas, a distanciamientos de 0.90 m x 0.60 m. La determinación visual de los morfotipos en campo (siembra 2001-2002), se realizó, con siete descriptores: Color principal del tallo, pigmentación púrpura en hojas apicales (nuevas), borde de la lámina, forma de la lámina, color externo de la raíz reservante, color de

la pulpa de la raíz reservante y color de los propágulos en la cepa.

La caracterización y el análisis del agrupamiento (siembra 2002-2003), se hizo con la lista de descriptores elaborada y estandarizada por el PRTA-UNC, cuya última versión (2003) se presenta en la Tabla 3. Esta lista consta de 20 descriptores cualitativos, de alta capacidad discriminatoria: uno de planta, tres de tallo, siete de hoja, cuatro de inflorescencia y flor, uno de semilla, tres de raíz y uno de propágulo (en la cepa). Los colores fueron calificados mediante la *RHS Colour Chart* de *The Royal Horticultural Society* (1995). Esta lista difiere de la anterior, usada por Seminario *et al.* (2003), porque se cambiaron cinco descriptores, por otros que resultaron más discriminatorios.

Los datos de campo fueron tabulados en una matriz y sometidos al análisis de agrupamiento (método UPGMA) y al análisis de componentes principales, para ambos casos se usó el programa NTSYS 2.1. El análisis de la distribución geográfica del germoplasma se hizo tomando en cuenta las altitudes de colecta, las regiones naturales, los departamentos y las cuencas orográficas.

Resultados y discusión

Identificación de morfotipos en campo. En campo, visualmente, se identificaron nueve morfotipos (Tabla 4), ocho correspondientes al germoplasma domesticado y uno a la entrada silvestre (***S. siegesbeckius***), que como era de esperarse debería constituir un morfotipo aparte.

El número asignado a los morfotipos (en romanos) corresponde al número de orden con el cual fueron identificados en el banco, conforme se describían. Los nombres de los morfotipos, asignados en el banco, corresponden, ya sea a una característica muy visible o al nombre del lugar donde se hizo la primera colecta de este morfotipo. El 40 % de las entradas analizadas corresponden al morfotipo III, que resulta ser también uno de los de mayor distribución geográfica (Tabla 2).

Lo interesante de este agrupamiento es que por lo menos seis morfotipos son reconocidos y descritos por los campesinos, con sus propios términos, para lo cual, usan como descriptores principalmente el color externo y de la pulpa de la raíz y además, en la mayoría de casos, los campesinos les asignan un nombre local (Tabla 4). Este nombre local puede asignarse a morfotipos diferentes, debido a que en ningún caso el campesino tiene todos los morfotipos juntos. El máximo número de morfotipos por familia encontrados, en el norte peruano, es de dos.

Según este agrupamiento, se puede inferir que dentro de las 107 entradas domesticadas de yacón, existen ocho grupos o morfotipos, lo cual implicaría que el 92 % de estas entradas constituyen duplicados. Sin embargo, es necesario hacer un estudio más exhaustivo, que incluya descriptores cuantitativos y la caracterización mediante marcadores moleculares (AFLP's), para verificar este agrupamiento.

Otro aspecto importante es que, seis de estos morfotipos sólo se encuentran en el norte peruano, en el área comprendida entre Ancash y Piura. Por otro lado, esta variabilidad supera a las informadas por Meza (1995) para Cusco, por Morillo *et al.* (2002) para Ecuador y, por Álvarez (1996) para Bolivia. Según las características de la raíz, el morfotipo VII (moteado), es similar al cultivar 'yurac ch´ecche', del Cusco; sin embargo, por las fotografías que presenta Meza (1995), ambos difieren en el tipo de planta.

También es necesario anotar que los morfotipos identificados muestran ciertas tendencias en su distribución altitudinal. La mayoría se distribuyen por debajo de los 3000 msnm (con mayor frecuencia alrededor de los 2500 msnm) y sólo tres de ellos alcanzan los 3300 a 3500 msnm (Tablas 2 y 4).

Análisis de agrupamiento del germoplasma. Aplicados los 20 descriptores cualitativos escogidos, a las 108 entradas, y analizada la información mediante el programa NTSYS 2.1, se generó un fenograma (Fig. 1), en el cual, a un coeficiente de disimilitud de 0.0 (distancia taxonómica), se formaron nueve grupos o morfotipos, de los cuales, ocho corresponden a las entradas de yacón domesticado y uno a su pariente silvestre, perteneciente a *S. siegesbeckius* (Tabla 5). Es decir que, el agrupamiento mediante este *software*, tiene 100 % de coincidencia con el agrupamiento realizado visualmente, en campo, con menos descriptores. En yacón, no existen antecedentes al respecto, pero, Blas *et al.* (1997) encontraron que el agrupamiento de arracachas peruanas, mediante observación en campo y con descriptores cualitativos, cuyos datos fueron analizados mediante el programa NTSYS, arrojó el mismo número de morfotipos y cuando se hizo el análisis mediante marcadores moleculares, la coincidencia fue del 97 %, confirmando, por un lado, el valor que tiene el agrupamiento visual, en campo y por otro lado, el valor del agrupamiento mediante NTSYS, cuando se usa descriptores cualitativos cuidadosamente escogidos.

Por tratarse de descriptores cualitativos, los nueve grupos identificados, estarían indicando la presencia de nueve genotipos, en el germoplasma de yacón, en estudio. Otro resultado importante de este agrupamiento es que, el morfotipo silvestre (IX), tiene mayor afinidad con los morfotipos domesticados III, II y I (Fig. 1). Los morfotipos I y III, son los de mayor distribución en el país y al parecer, son los más antiguos, a partir de los cuales se han derivado los otros morfotipos. Por otro lado, este resultado, confirmaría la hipótesis de Grau y Rea (1997), en el sentido de que ***S. siegesbeckius*** es uno de los parientes más cercanos a ***S. sonchifolius***.

Análisis de componentes principales de la variación. Esta técnica permitió mostrar el valor discriminatorio de los 20 caracteres, con respecto a las 108 entradas. Los ocho primeros componentes extraídos, acumularon el 100 % de la variación total de las entradas y, los tres primeros, explican el 81.5 % de la variación. El 33.6 % de la

variación entre entradas está explicada por el primer componente (Tabla 6), y los caracteres que más contribuyeron a este componente fueron: Color de propágulos, ramificación del tallo y forma de la base de la lámina, los cuales tuvieron los coeficientes de correlación más altos (Tabla 7). Al segundo componente se le atribuye el 30.5 % de la variación y los caracteres que más contribuyeron a éste fueron: Color secundario del tallo y su distribución, color de follaje y color de lámina (haz). Para el tercer componente (17.5 %), contribuyeron más los caracteres, ápice de lámina y producción de semilla (Tabla 7). En general, los caracteres con mayor capacidad explicatoria de la variabilidad entre entradas, fueron los referidos a hoja, flor y raíz.

Variabilidad y distribución geográfica del germoplasma en el norte peruano. El germoplasma en estudio, se distribuye entre 1220 (San Ignacio, Cajamarca) y 3500 msnm (San Miguel, Cajamarca), con mayor frecuencia alrededor de los 2500 msnm. Sin embargo, es necesario anotar que se detectaron plantaciones de yacón desde los 1100 msnm (Pedro Ruiz, provincia Bongará). También, es evidente la mayor distribución del germoplasma en la vertiente oriental, tal vez, favorecida por la mayor precipitación pluvial, mayor temperatura, una estación seca menos evidente y la ausencia de heladas. En general, esta distribución abarca las regiones Yunga marítima, Yunga fluvial, Quechua y Selva Alta, según la clasificación de Pulgar Vidal (1996).

Seis morfotipos cultivados (II, IV, V, VI, VII y VIII), aparentemente se distribuyen sólo en el norte peruano, con ciertas tendencias en relación a su distribución local (Fig. 2). Así, el morfotipo II, se distribuye mayormente en las provincias de Cajamarca y Contumazá. En la primera, los nichos tradicionales de producción, autoconsumo, mercado y trueque de este morfotipo son Hualqui, Jesús, Asunción y Cumbico. En la segunda, los nichos tradicionales son Silacot, Chapolán, Socchedón e Ishcayacu. Este morfotipo (II) se distribuye además, esporádicamente, en las provincias de Chota, Cajabamba y Celendín, del departamento de Cajamarca y en la provincia de Ayavaca del departamento de Piura. Es propio de pequeños valles mesotérmicos y de altitudes alrededor de 2500 msnm.

El morfotipo V, sólo fue encontrado en la provincia de Cajabamba, al sur del departamento de Cajamarca. En cambio, los morfotipos IV, VI y VII, tienden a distribuirse mayormente hacia las provincias del norte de Cajamarca y las provincias sur orientales de Amazonas. El morfotipo VIII se distribuye en la parte centro – sur de Ancash (Carhuaz, Bolognesi) y también en Yauyos (sur-oriente de Lima). Los morfotipos I y III, que se distribuyen tanto en el norte como en otras regiones del país (Fig.2), éstos serían los más antiguos y por ello se distribuyeron en todo el país, movidos por la trashumancia de las poblaciones antiguas. En cambio, los otros morfotipos, serían más tardíos, evolucionaron bajo domesticación en determinadas áreas y culturas locales y no se movieron, porque fueron originados cuando el yacón dejó de ser un cultivo importante.

Conclusiones

En las 107 entradas de yacón cultivado, del norte peruano, que mantiene la UNC, existen ocho morfotipos, cuyo ámbito de distribución abarca desde Ancash (10° LS) hasta Piura (5.5 ° LS).

Es conveniente hacer colecciones exahustivas en los departamentos de Amazonas, San Martín, Piura y Ancash, para tener una mejor representatividad de la variabilidad del yacón en el norte peruano. Para ello debe usarse los siete descriptores morfológicos aqui probados en campo, con el propósito de evitar duplicaciones.

Es conveniente estudiar las relaciones filogenéticas entre ***S. siegesbeckius*** y los morfotipos domesticados (***S. sonchifolius***), para esclarecer el proceso de domesticación del yacón.

Agradecimiento

A COSUDE, que a través del Programa Colaborativo Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos, financió la presente investigación.

A Marcelino Sangay Ayaypoma y Segundo Cusquisiban Huaccha, por su contribución en el mantenimiento del germoplasma en campo.

Literatura citada

Alvarez, V. 1996. Estudio preliminar de la variabilidad de raíces andinas en la provincia de Bautista Saavedra, La Paz, Bolivia. Separata del I Curso Taller Internacional de Producción de Raíces Andinas. 4-20 noviembre 1996, Cajamarca, Perú. 15 p.

Blas, R.; Arbizy, C.; Glislain, M. y Herrera, R. 1997. Caracterización de arracachas (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) peruanas. Pp. 46-47. En: Libro de resúmenes del IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos «Oscar Blanco Galdós», Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 22-25 de abril, 1997.

Brako, L. y Zarucchi, J.L. 1993. Catálogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Missouri Botanical Garden (Missouri, USA) v. 45, 1286 p.

Grau, A. and Rea, J. 1997. Yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. Pp. 199-242. In: M. Hermann and J. Heller (eds.). Andean roots and tubers: Ahipa, arracaccha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 21. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gastersleben/ Internacional Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

León Malón, H. 1983. Caracteres agronómicos de cinco cultivares de llacón (*Polymnia sonchifolia*) bajo las condiciones de la campiña de Cajamarca. Tesis Ing. Agr., Programa Académico de Agronomía, Universidad Nacional de Cajamarca. 82 p.

Meza, G. 1995. Variedades nativas de llacón (*Polymnia sonchifolia*) en Cusco. Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, CIP-COTESU. Cusco. 12 p.

Morillo, E.; Tapia, C.; Estrella, J. y Castillo, R. 2002. Caracterización agromorfológica de la colección de jícama (***Smallanthus sonchifolius*** P.&E.) del banco de germoplasma del INIAP- Ecuador. Quito, Ecuador. En Prensa.

Pulgar Vidal, J. 1996. Geografía del Peru. Las ocho regiones naturales, la regionalización transversal, la sabiduría ecológica tradicional. Décima edición. PEISA, Bogotá, Colombia. 302 p.

Rea, J. 1998. Algunos aspectos etnobotánicos del yacón en Bolivia. Separata del II Curso Taller Internacional Sobre Producción de Raíces Andinas. 16-21 noviembre, 1998, Cajamarca, Perú. 5 p.

Robinson, H. 1978. Studies in the Heliantheae (Asteraceae). XII. Re-establishment of the genus ***Smallanthus***. Phytologia 39(1): 47-53.

Seminario, J.; Valderrama, M. y Manrique, I. 2003. Yacón. Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú. 60 p.

The Royal Horticultural Society. 1995. RHS Colour chart. Vicent Square, London.

Seminario, J y Valderrama, M. 2003. Ecología del cultivo de yacón. Pp. 33-36. En: J. Seminario y M. Valderrama (eds.). Memorias I Curso Nacional Cultivo y Aprovechamiento del Yacón, UNC, CIP, Instituto CUENCAS, COSUDE PYMAGROS, Cajamarca, 26-29 agosto, 2002.

Valderrama, M y Seminario, J. 2003a. Etnobotánica del yacón. Pp. 23-27. En: J. Seminario y M. Valderrama (eds.). Memorias I Curso Nacional Cultivo y Aprovechamiento del Yacón, UNC, CIP, Instituto CUENCAS, COSUDE PYMAGROS, Cajamarca, 26-29 agosto, 2002.

Valderrama, M y Seminario, J. 2003b. Diversidad y variabilidad genética del yacón. Pp. 37-40. En: J. Seminario y M. Valderrama (eds.). Memorias I Curso Nacional Cultivo y Aprovechamiento del Yacón, UNC, CIP, Instituto CUENCAS, COSUDE PYMAGROS, Cajamarca, 26-29 agosto, 2002.

Wells, J.R. 1965. A taxonomic study of *Polymnia* (Compositae). Brittonia. 17:144-159.

Zardini, E. 1991. Ethnobotanical notes on «yacon», ***Polymnia sonchifolia*** (Asteraceae). Economic Botany 45 (1): 72-85.

Tabla 1. Número de accesiones de las principales colecciones de germoplasma de yacón

PAIS	INSTITUCIÓN	N° Accesiones	FUENTE
Ecuador	INIAP	32	Tapia *et al.*, 1996
Bolivia	PROINPA	5	Seminario *et al.*, 2003
Perú	INIA (Nacional)	85	Seminario *et al.*, 2003
	CICA, Cusco	46	Programa RTAs, 1996
	CRIBA, Cusco	86	Chicata (1998)
	CIP, Lima	47	Seminario *et al.*, 2003
	UNC, Cajamarca	125	Valderrama y Seminario, 2003b
Total		426	

Com. per. = comunicación personal

Tabla 2. Datos pasaporte del germoplasma de yacon, mantenido por la UNC (Cajamarca)

CLAVE	Altitud	Latitud S	Longitud O	Caserío	Distrito	Provincia	Departamento
CLLUNC001	2550	-7.11750	-78.44194	Otuzco	Baños del Inca	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC002	2600	-7.23638	-78.36944	Chuquita	Jesús	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC003	2550	-7.23555	-78.38305	La Succha	Jesús	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC004	2550	-7.23555	-78.38305	La Succha	Jesús	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC005	2650	-7.23638	-78.36944	La Chuquita	Jesús	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC006	2900	-7.19111	-78.49638	Paccha	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC007	2600	-7.22722	-78.41666	Yanamargo	Jesús	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC008	2750	-7.24000	-78.40111	La Bendiza	Jesús	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC009	2750	-7.24000	-78.40111	La Bendiza	Jesús	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC010	2700	-7.22722	-78.41666	Cumbico	Magna.	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC011	2600	-7.22722	-78.41666	Yanamango	Jesús	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC012	2600	-7.22722	-78.41666	Yanamango	Jesús	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC013	2600	-7.22722	-78.41666	Yanamango	Jesús	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC014	2700	-7.22722	-78.41666	Yanamango	Jesús	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC015	2800	-7.20833	-78.61055	Cumbico	Magdalena	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC016	2600	-7.20833	-78.61055	Cumbico	Magdalena	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC017	2600	-7.20833	-78.61055	Cumbico	Magdalena	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC018	2300	-7.62138	-78.09861	Nuñumabamba	Cajabamba	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC019	2200	-7.62944	-78.14222	Chuquibamba	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC020*	2200	-7.62944	-78.14222	Chuquibamba	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC021	2200	-7.62944	-78.14222	Chuquibamba	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC022	2200	-7.62944	-78.14222	Chuquibamba	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC023	2200	-7.62944	-78.14222	Chuquibamba	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC024*	2200	-7.62944	-78.14222	Chuquibamba	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC025	2200	-7.62944	-78.14222	Chuquibamba	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC026	2200	-7.62944	-78.14222	Chuquibamba	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC027	2200	-7.62944	-78.14222	Chuquibamba	Cachachi	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC028	2500	-7.62972	-78.06416	Churucana	Cajabamba	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC029	3080	-7.78083	-77.96555	Yanac	Huamachuco	S. Carrión	La Libertad
CLLUNC030	3080	-7.78083	-77.96555	Yanac	Huamachuco	S. Carrión	La Libertad
CLLUNC031	2855	-6.97361	-78.85500	El Cedro	Calquis	Sn Miguel	Cajamarca
CLLUNC032	2388	-6.55611	-78.64944	Chota	Chota	Chota	Cajamarca
CLLUNC033	2850	-7.14666	-78.43555	Otuzco	Baños del Inca	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC034	2700	-7.14111	-78.51000	Moyococha	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC035	3100	-7.13944	-78.54527	Corisorgona	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC036	3100	-7.13944	-78.54527	Corisorgona	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC037	2300	-7.80777	-78.49805	La Variana	San Juan	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC038	2300	-7.80777	-78.49805	La Variana	San Juan	Cajamarca	Cajamarca

CLLUNC039	2300	-7.80777	-78.49805	La Variana	San Juan	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC040	2550	-7.11861	-78.44277	Otuzco	Baños del Inca	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC041	2550	-7.11861	-78.44277	Otuzco	Baños del Inca	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC042	2600	-7.11750	-78.44194	Otuzco	Baños del Inca	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC043	2550	-7.11861	-78.44277	Otuzco	Baños del Inca	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC044	2750	-7.19833	-78.31500	Namora	Namora	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC045	2750	-7.20027	-78.32611	Namora	Namora	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC046	2750	-7.20027	-78.32611	Namora	Namora	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC047	2950	-6.99333	-78.76444	Sn Silvestre	Sn Silvestre	Sn Miguel	Cajamarca
CLLUNC048	2800	-6.99333	-78.76444	Nitisuyo	San Miguel	Sn Miguel	Cajamarca
CLLUNC049	2800	-7.00166	-78.86944	Sayamud	San Miguel	Sn Miguel	Cajamarca
CLLUNC050	2600	-7.36500	-78.80138	Contumazá	Contumazá	Contumazá	Cajamarca
CLLUNC051	2300	-7.41027	-78.77166	Socchedón	Contumazá	Contumazá	Cajamarca
CLLUNC052	2250	-7.40666	-78.63111	Chapolán	Contumazá	Contumazá	Cajamarca
CLLUNC053	2500	-7.35666	-78.68055	Silacot	Contumazá	Contumazá	Cajamarca
CLLUNC054	2200	-7.29416	-78.47916	Ogoris	San Juan	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC055	2600	-7.35222	-78.53805	Sapuc	Asunción	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC056	2900	-7.36223	-78.53527	Sapuc	Asunción	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC057	2600	-7.35222	-78.53805	Sapuc	Asunción	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC058	3200	-7.15944	-77.86944	Yacshucuna	Ucuncha	Bolivar	La Libertad
CLLUNC059	1600	-4.57500	-79.74446	Ambasal	Ayabaca	Ayabaca	Piura
CLLUNC060	2400	-4.62583	-79.61666	Luplún	Sicchez	Ayabaca	Piura
CLLUNC061	2709	-4.63583	-79.71361	Ayabaca	Ayabaca	Ayabaca	Piura
CLLUNC062	2300	-4.61250	-79.77083	Sicchez	Sicchez	Ayabaca	Piura
CLLUNC063	2655	-7.61777	-78.03611	Pampachica	Cajabamba	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC064	3050	-7.78444	-78.03611	Puente Piedra	Huamachuco	S.Carrión	La Libertad
CLLUNC065	2655	-7.61777	-78.03611	Parubamba	Cajabamba	Cajabamba	Cajamarca
CLLUNC066	3500	-7.01000	-78.88305	Cruzpampa	San Miguel	Sn Miguel	Cajamarca
CLLUNC067	2900	-6.78333	-78.48916	La Quinua	Bambamarca	Huallgayoc	Cajamarca
CLLUNC068	2800	-6.80416	-78.51638	El Tambillo	Bambamarca	Huallgayoc	Cajamarca
CLLUNC069	2565	-6.76250	-78.52250	Llaucán	Bambamarca	Huallgayoc	Cajamarca
CLLUNC070	2500	-6.73916	-78.52250	Llaucán	Bambamarca	Huallgayoc	Cajamarca
CLLUNC071	2500	-6.73916	-78.52250	Llaucán	Bambamarca	Huallgayoc	Cajamarca
CLLUNC072	2600	-6.71833	-78.52527	Mayhuasi	Bambamarca	Huallgayoe	Cajamarca
CLLUNC073	2900	-7.31446	-78.68555	Sn Antonio	Contumazá	Contumazá	Cajamarca
CLLUNC074	2700	-7.10330	-78.53805	El Milagro	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC075	2650	-7.35944	-78.54250	Sapuc	Asunción	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC076	2600	-6.93333	-78.13333	Sucre	Sucre	Celendín	Cajamarca
CLLUNC077	3100	-10.11666	-77.15000	Pampam	Bolognesi	Bolognesi	Ancash
CLLUNC078	2900	-9.20000	-77.68333	Cochayó	Yungay	Yungay	Ancash
CLLUNC079	3220	-13.55000	-71.85000	Cuzco	Cuzco	Cuzco	Cuzco
CLLUNC080	2900	-9.20000	-77.68330	San Isidro	Shupluy	Yungay	Ancash
CLLUNC081	2900	-10.13333	-77.15000	La Florida	La Florida	Bolognesi	Ancash
CLLUNC082	3200	-12.33333	-75.78333	del CIP	Yauyos	Yauyos	Lima

CLLUNC083	3300	-10.13333	-77.15000	Chiquian	Bolognesi	Bolognesi	Ancash
CLLUNC084	2700	sin dato	-77.63333	Arwaypampa	Carhuaz	Carhuaz	Ancash
CLLUNC085*	2600	-6.93333	-78.13333	Sucre	Sucre	Celendín	Cajamarca
CLLUNC086	3180	-13.65000	-73.48333	Roncopata	Andahuaylas	Andahuaylas	Apurimac
CLLUNC087	2600	-7.18333	-78.31666	Can-can	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC088	2300	-6.55000	-78.63333	San Juan pampa	Chota	Chota	Cajamarca
CLLUNC089	2600	-6.91666	-78.11666	José Galvez	José Galvez	Celendín	Cajamarca
CLLUNC090	2500	-6.66666	-78.50000	Bambamarca	Bambamarca	Hualgayoc	Cajamarca
CLLUNC091	2500	-9.13333	-77.73333	Cochahuayin	Yungay	Yungay	Ancash
CLLUNC092	3400	-9.21666	-77.61667	Llipta	Carhuaz	Carhuaz	Ancash
CLLUNC093*	3000	-13.73333	-73.78333	Carhuanca	Carhuanca	Vilcashuaman	Ayacucho
CLLUNC094	2600	-6.91667	-78.11666	José Galvez	José Galvez	Celendín	Cajamarca
CLLUNC095	2900	-6.55000	-78.63333	Chota	Chota	Chota	Cajamarca
CLLUNC096	2600	-6.66666	-78.50000	Frutillo	Bambamarca	Hualgayoc	Cajamarca
CLLUNC097*		sin dato	sin dato	Colectada por	C. Arbizu	CIP	
CLLUNC098*	1600	-5.34000	-78.83916	Nuevo Paraiso	Chirinos	San Ignacio	Cajamarca
CLLUNC099	1800	-5.34000	-78.83916	La Tranca	Chirinos	Sn Ignacio	Cajamarca
CLLUNC100*	1850	-5.34000	-78.83916	La Tranca	Chirinos	Sn Ignacio	Cajamarca
CLLUNC101*	1800	-5.34000	-78.83916	La Tranca	Chirinos	Sn Ignacio	Cajamarca
CLLUNC102	2240	-6.44833	-78.89750	Chenten	Huambos	Chota	Cajamarca
CLLUNC103	2270	-6.33583	-79.00416	Querocoto	Querocoto	Chota	Cajamarca
CLLUNC104	2780	-6.88472	-78.16500	Huañambra	Celendín	Celendín	Cajamarca
CLLUNC105	2850	-6.67944	-78.75166	Tacamache	Chugur	Hualgayoc	Cajamarca
CLLUNC106	2600	-7.89388	-78.58333	Trigopampa	Otuzco	Otuzco	La Libertad
CLLUNC107	1550	-5.30416	-78.89194	Chirinos	Chirinos	San Ignacio	Cajamarca
CLLUNC108	2020	-13.01083	-72.23055	Ahuabamba	Machu picchu	Urubamba	Cuzco
CLLUNC109	1900	-5.62277	-79.15194	La Soledad	Jaen	Jaen	Cajamarca
CLLUNC110	1900	-5.62277	-79.15194	La Soledad	Jaen	Jaen	Cajamarca
CLLUNC111	2330	-6.26083	-77.84777	Taquia	Chachapoyas	Chachapoyas	Amazonas
CLLUNC112*	2330	-6.26083	-77.84777	Taquia	Chachapoyas	Chachapoyas	Amazonas
CLLUNC113	2000	-7.45916	-78.12222	LA Grama	La Grama	San Marcos	Cajamarca
CLLUNC114	3000	-6.23277	-79.31694	Incahuasi	Incahuasi	Ferreñafe	Lambayeque
CLLUNC115*	2720	-7.35777	-78.79330	Chilín	Contumazá	Contumazá	Cajamarca
CLLUNC116	2550	-6.67750	-78.51972	Bambamarca	Bambamarca	Hualgayoc	Cajamarca
CLLUNC117	2050	-6.53250	-77.78777	Chilingote	Leimebamba	Chachapoyas	Amazonas
CLLUNC118	2400	-7.27888	-78.32055	Hualqui	Jesús	Cajamarca	Cajamarca
CLLUNC119	1870	-5.76611	-77.85861	Shucayacu	Yambrasbamba	Bongará	Amazonas
CLLUNC120	1870	-5.76611	-77.85861	Shucayacu	Yambrasbamba	Bongará	Amazonas
CLLUNC121	2500	-6.44550	-78.59110	Pauca Chadín	Chapín	Chota	Cajamarca
CLLUNC122	3000	-6.22000	-79.29000	Wuasicag	Inkawasi	Ferreñafe	Lambayeque
CLLUNC123*	1220	-5.16500	-79.00440	San Ignacio	San Ignacio	San Ignacio	Cajamarca
CLLUNC124	1220	-5.16500	-79.00440	San Ignacio	San Ignacio	San Ignacio	Cajamarca
CLLUNC125	1300	-5.20450	-79.00510	San Ignacio	San Ignacio	San Ignacio	Cajamarca

* Entradas perdidas

Tabla 3. Lista de descriptores para yacón (*Smallanthus sonchifolius*) (versión 2003)

1. Color principal del tallo
   - 1 Verde amarillento 144 C – 144 B
   - 2 Púrpura grisáceo claro 183A
   - 3 Púrpura grisáceo 187 A

2. Color secundario del tallo y su distribución
   - 0 Ausente
   - 1 Coloración púrpura en nudos y entrenudos terminales
   - 2 Coloración púrpura difuminada en todo el tallo

3. Ramificación del tallo
   - 0 Ausente
   - 1 Predominantemente apical
   - 2 A través de todo el tallo

4. Color de follaje
   - 1 Verde amarillento 146 A, 146 B
   - 2 Verde oscuro 147 A

5. Pigmentación púrpura en hojas apicales (nuevas)
   - 0 Ausente
   - 1 Presente

6. Color de lámina (haz)
   - 1 Verde amarillento 146 A, 146 B
   - 2 Verde oscuro 147 A
   - 3 Verde (143 C) con pigmentación púrpura

7. Coloración del peciolo en el haz
   - 1 Verde amarillento 144 C, 150 B
   - 2 Rojo grisáceo 178 A, 178 B, 183C
   - 3 Púrpura grisáceo 187A

8. Forma de la lámina
   1 Triangular
   2 Deltoidea
   3 Cordada

9. Forma de la base de la lamina
   1 Truncada
   2 Cordada
   3 Hastada
   4 Sub hastada
   5 Sagitada

10. Apice de la lámina
   1 Estrechamente agudo
   2 Ampliamente agudo

11. Borde de la lámina
   1 Crenado
   2 Dentado
   3 Doblemente dentado

12. Hábito de floración
   0 Ninguna
   1 Escasa
   2 Moderada
   3 Abundante

13. Color de la lígula
   1 Amarillo anaranjado claro 17 A, 21 A
   2 Amarillo anaranjado oscuro 23 A

14. Forma de la lígula de la flor femenina
   1 Ovada
   2 Oblonga
   3 Elíptica

15. Número de dientes de la lígula

0 Ausente
1 Bidentado
2 Tridentado

16. Producción de semilla

0 Ausente
1 Presente

17. Color externo de la raíz reservante

1 Blanco
2 Púrpura grisáceo 184C, 183D
3 Rojo purpúreo 60 D, 58 A
4 Gris anaranjado 166D

18. Color de la pulpa de la raíz reservante

1 Blanco 155C
2 Blanco amarillento 158 A, 158 B
3 Blanco amarillento (159D) con moteaduras rojo púrpura
4 Amarillo 8D
5 Naranja 24C, 25D
6 Amarillo anaranjado 22 D, 19 B

19. Hendiduras en las raíces reservantes

0 Ausente
1 Presente

20. Color de los propágulos (cepa)

1 Blanco 155 A, 155 D
2 Rojo purpúreo (60B) con Blanco (155 A)
3 Púrpura grisáceo 187A
4 Rojo purpúreo 60B

Tabla 4. Morfotipos de yacón en el germoplasma mantenido por la UNC, identificados visualmente en campo, mediante siete descriptores morfológicos

Número morfotipo	Nombre asignado en el banco	Nombre asignado por el agricultor	Entradas	% Entradas	Rango altitudinal (msnm)
I	Púrpura	Morado	05, 07, 011, 012,013, 018, 022, 106, 023, 025, 096, 092, 086, 078, 076, 091, 026, 027, 028, 029, 064, 030, 087, 035, 045.	23.0	2200-3400
II	Hualqui (verde claro)	Amarillo	08, 090, 088, 074, 061, 051, 094, 050, 09, 010, 073, 056, 053, 075, 059, 095, 052, 054, 063, 057, 017, 016, 015, 014, 089, 118.	24.0	1600-2900
III	Otuzco (verde)	Blanco	01, 02, 03, 04, 06, 121, 117, 116, 114, 122, 120, 103, 104, 102, 113, 031, 034, 036, 037, 038, 079, 039, 040, 072, 070, 069, 067, 065, 068, 066, 058, 060, 055, 062, 071, 048, 046, 044, 042, 043, 041, 047, 049.	40.0	1870-3500
IV	San Ignacio	Morado	099, 107, 109, 110.	3.7	1550-1900
V	Cachachi	?	021.	0.9	2200
VI	Taquia	Hueso negro	*111, 119.	2.0	1870-2330
VII	Moteado (San Ignacio)	Blanco con morado	125.	0.9	1220-1300
VIII	Ancash	?	077, 081, 082, 083, 084	4.6	2700-3300
IX **	Silvestre	Yacón de campo	108	0.9	1220

* Según los campesinos de Taquia, Chachapoyas, el nombre indica que es de tallo negro (púrpura oscuro)

** Procede de Ahuabamba, Machu Picchu (Cusco)

Tabla 5 . Descripción de ocho morfotipos de yacon domesticado y de un pariente silvestre, mantenidos por la UNC

Características morfológicas

Morfo-tipo	Color principal del tallo	Ramificación del tallo	Color del follaje	Pigmentación en hojas apicales (nuevas)	Forma de lámina	Borde de lámina	Color de lígula	Forma de lígula	Color externo de raíces	Color de pulpa de raíces	Hendiduras en raíces reservantes	Color de propágulos (cepa)
I	Púrpura grisáceo Claro	A través de todo el tallo	Verde amarillento	Presente	Triangular	Dentado	Amarillo anaranjado oscuro	Oblonga	Púrpura grisáceo	amarillo anaranjado	Presente	Púrpura grisáceo
II	Verde amarillento	Ausente	Verde amarillento	Ausente	Triangular	Dentado	Amarillo anaranjado claro	Ovada	Gris anaranjado	Naranja	Ausente	Blanco
III	Verde amarillento	Predominante apical	Verde oscuro	Presente	Triangular	Doble-mente dentado	Amarillo anaranjado claro	Elíptica	Gris anaranjado	amarillo anaranjado	Ausente	Rojo púrpura con blanco
IV	Púrpura grisáceo oscuro	Ausente	Verde oscuro	Presente	Cortada	Crenado	Amarillo anaranjado claro	Oblonga	Púrpura grisáceo	amarillo anaranjado	Presente	Púrpura grisáceo
V	Púrpura grisáceo oscuro	A través de todo el tallo	Verde amarillento	Ausente	Deltoidea	Crenado	Amarillo anaranjado claro	Ovada	Púrpura grisáceo	amarillo	Presente	Púrpura grisáceo
VI	Verde amarillento	A través de todo el tallo	Verde oscuro	Presente	Triangular	Dentado	Amarillo anaranjado oscuro	Oblonga	Púrpura grisáceo	Blanco	Presente	Rojo púrpura
VII	Verde amarillento	Ausente	Verde oscuro	Presente	Triangular	Dentado	Amarillo anaranjado claro	Oblonga	Gris anaranjado	Blanco amarillento moteado de púrpura	Ausente	Rojo púrpura
VIII	Verde amarillento	Predominante apical	Verde amarillento	Presente	Triangular	Dentado	Amarillo anaranjado claro	Elíptica	Gris anaranjado	Blanco amarillento	Ausente	Rojo púrpura con blanco
IX	Verde amarillento	A través de todo el tallo	Verde amarillento	Presente	Triangular	Crenado	Amarillo anaranjado oscuro	Elíptica	Gris anaranjado	Blanco	Ausente	Blanco

* Pariente silvestre (S. siegesbeckius)
Los colores fueron determinados con la tabla de Colores de The Royal Horticultural Society (1995)

Tabla 6.

Contribución relativa de los componentes principales a la variación total de los 20 caracteres morfológicos de yacón, del mantenido por la UNC

Componente Principal	% de variación	% acumulado
1	33.596	33.596
2	30.456	64.052
3	17.468	81.522
4	12.417	93.939
5	3.492	97.431
6	1.215	98.646
7	0.719	99.366
8	0.633	100.000
.	0	.
.	0	.
.	0	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
20	0	>100

Tabla 7

Caracteres de mayor capacidad discriminatoria, asociados a los tres primeros componentes principales de 108 entradas de yacón, mantenidas por la UNC

Componente Principal	%variación	Caracteres
CP1	33.60	Color de los propágulos (0.932) *
		Ramificación del tallo (0.913)
		Forma de la base de la lámina (0.837)
		Pigmentación púrpura en hojas apicales (nuevas) (0.834)
		Coloración del peciolo en el haz (0.824)
		Color externo de la raíz reservante (-0.773)
		Hendiduras en la raíz reservante (0.767)
		Color de la lígula (0.758)
		Color secundario del tallo y su distribución (-0.943)
		Color del follaje (-0.896)
CP2	30.46	Color de lámina (haz) (-0.896)
		Forma de lígula de flor femenina (-0.866)
		Borde de lámina (-0.846)
		Hendiduras en las raíces reservantes (0.60)
CP3	17.47	Apice de lámina (0.956)
		Producción de semilla (-0.883)
		Color de pulpa de las raíces reservantes (0.807)
		Número de dientes de la lígula (-0.714)

* Los números entre paréntesis corresponden a los coeficientes de correlación

Fig. 1: Fenograma que agrupa a 108 entradas de yacón del norte peruano, según 20 descriptores morfológicos

Fig. 2. Distribución geográfica de los morfotipos de yacón cultivado, mantenidos por la UNC.

Arnaldoa
11(1): 161- 168. 2004

Susceptibilidad larval a temefos en dos poblaciones de *Aedes aegypti* del Perú

JULIO CÉSAR CHÁVEZ GALARZA
JUDITH ROLDÁN RODRÍGUEZ
FRANKLIN VARGAS VÁSQUEZ
Instituto de Investigación en Microbiología y Parasitología Tropical
Universidad Nacional de Trujillo-Perú
e-mail: alucard_jul@hotmail.com

Resumen

La susceptibilidad del insecto ha sido uno de los más importantes aspectos para ser monitoreados en programas de salud pública para el control del vector. El propósito de este estudio es evaluar la susceptibilidad de poblaciones de ***Aedes aegypti*** frente a temefos. Se evaluaron dos poblaciones de ***A. aegypti*** del norte peruano siguiendo la metodología propuesta por la Organización Mundial de Salud; en ambas poblaciones de Sullana (Piura) y El Porvenir (La Libertad) se encontraron susceptible a temefos mostrando factores de resistencia de 1.62X y 1.47X respectivamente. Los resultados obtenidos nos indica la necesidad de monitoreos de la susceptibilidad a temefos en este vector para brindar información necesaria que ayude a la toma de decisiones del uso correcto de este insecticida.

Palabras claves: ***Aedes aegypti***, factor de resistencia.

Abstract

Insect susceptibility has been one of the most important aspects to be monitored in public health programs for vector control. The purpose of the study is to assess the susceptibility to temephos of ***Aedes aegypti***. These populations from northern Perú were evaluated following bioassays proposed for World Health Organization; in both Sullana (Piura) and Porvenir (La Libertad) populations were founding temephos susceptibility, their resistance ratios were 1.63X and 1.48X respectively. Resultes found to indicate the necessity of temephos susceptibility monitor in this vector for give information that help to use correct of this insecticide.

Key words: ***Aedes aegypti***, resistance ratio.

Introducción

Los mosquitos son vectores que sirven como huésped intermediario para numerosas enfermedades que colectivamente representan una de las mayores causas de morbilidad y mortalidad humana (Abdul *et al.*, 2001).

Dentro del gran número de especies de mosquitos , encontramos la especie ***Aedes aegypti*** que desempeña una importante función en la transmisión de enfermedades virales; el dengue, la fiebre hemorrágica de dengue y la fiebre amarilla son enfermedades que causan grandes impactos en la salud pública (Rodríguez *et al.*, 1999; Abdul *et al.*, 2001).

Para el control de este vector se ha venido utilizando diversos insecticidas de las familias de los organofosforados, carbamatos y piretroides en diferentes partes del mundo, haciendo uso indiscriminado de estos, lo que puede producir efectos notables en la biología del vector por lo consiguiente provocar cambios de comportamiento y en las funciones vitales (Georghiou y Taylor, 1977).

Uno de los efectos que se ha venido manifestando por el uso excesivo de insecticidas es la resistencia a estas sustancias. Se ha reportado una cepa de ***A. aegypti*** de Puerto Rico resistente a malatión y diazinón; una población natural de Cuba mostró resistencia moderada a temefos; en Brazil varias poblaciones presentaron resistencia a diversos insecticidas organofosforados (Rodríguez *et al.*, 1999; Lima *et al.*, 2003).

En el Perú para el control de ***A. aegypti*** se ha venido empleando el larvicida temefos en lso ltimos 3 años durante las campañas de erradición, por lo que el presente trabajo tuvo como finalidad evaluar la susceptibilidad a temefos en dos poblaciones naturales de ***A. aegypti*** obtenidos de la zona donde se ha aplicado temefos para su respectivo control.

Material y métodos

Para el trabajo se utilizaron dos poblaciones naturales de ***Aedes aegypti*** y una cepa de referencia susceptible a insecticidas Rockefeller suministrado por el Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kouri" de (IPK); una población procedente del Distrito de Sullana-Departamento de Piura y la otra del Distrito El Porvenir-Departamento de La Libertad. Las colonias fueron establecidas y mantenidas en el insectario del Instituto de Investigación en Microbiología y Parasitología Tropical de la Universidad Nacional de Trujillo (INIMYPAT) a una temperatura de 26°C y 65% de humedad relativa.

El insecticida temefos de 93,3% de pureza suministrado por el Instituto de medicina Tropical (IPK).

Los bioensayos se realizaron siguiendo la metodología de la Organización Mundial de Salud (OMS, 1981). Se emplearon cinco réplicas de cada concentración de insectcidas (veinte larvas por réplicas) y se registró entre 0 y 100% de mortalidad. Todas las soluciones se ajustaron aún volumen final de 1 mL con acetona. Esta concentración de acetona no causó mortalidad en los controles. La lectura de la mortalidad se realizó a las 24 horas. Se analizaron los resultados para la determinación de la Cl_{50} y Cl_{95} mediante el programa probit-log (Raymond, 1985).

Resultados

En la tabla 1 se muestran las concentraciones y los porcentajes de mortalidad para concentración de temefos en las dos poblaciones y la cepa susceptible. Se puede observar que la concentración 0.08 ppm causo una mortalidad total en la cepa susceptible y la población El Porvenir pero sólo de 98% en la población Sullana y al concentración 0.008 ppm causó un menor porcentaje de mortalidad en las poblaciones antes mencionadas.

En la figura 1 se aprecia la líneas de las pendientes de regresión para las tres poblaciones. Cuando se compara la línea de regresión de la cepa susceptible Rockefeller, se observa la desviación hacia la derecha que presenta las líneas de regresión las poblaciones Sullana y El Porvenir indicando tendencia a la resistencia.

En la tabla 2 se observa en la población Sullana presenta un valor de Cl_{50} y Cl_{95} mayor que las otras poblaciones siendo 0.01712 ppm y 0.04361 ppm, la cepa de referencia presentó mayor valor de la pendiente 5.26 que las poblaciones Sullana y El Porvenir y el factor de resistencia resultó mayor en la población Sullana 1.62X que en la población El Porvenir 1.47X.

Tabla 1.

Porcentajes de mortalidad para cada concentración de temefos en las dos poblaciones Sullana (Piura) y El Porvenir (Trujillo) y la cepa Rockeffeller

	Porcentaje de Mortalidad					
Población	0 ppm	0.008 ppm	0.01 ppm	0.03 ppm	0.05 ppm	0.08 ppm
Rockeffeller*	0	28	49	99	100	100
Porvenir	0	13	22	94	95	100
Sullana	0	10	16	92	94	98

*Cepa de referencia

Tabla 2

Concentraciones letales 50% y 95%, pendiente y factor de resistencia a temefos para larvas de *Aedes aegypti* de las poblaciones Sullana (Piura) y El Porvenir (Trujillo) comparado con la cepa susceptible Rockeffeller.

Población	CL_{50} [a]	CL_{95} [a]	b [b]	FR_{50} [c]
Rockeffeller*	0.01049 (0.00976–0.01156)	0.02157 (0.01805–0.02932)	5.2682 (±0.7052)	- -
Porvenir	0.01556 (0.01415-0.01710)	0.03744 (0.03236–0.04785)	4.3112 (±0.3121)	1.48
Sullana	0.01718 (0.01185–0.02473)	0.04363 (0.02396–0.08068)	4.0509 (±1.1341)	1.63

[a] Concentración en ppm. IC está entre paréntesis.

[b] Pendiente. La desviación estándar (± DE) esta entre paréntesis.

[c] Factor de resistencia: CL_{50} población a evaluar/ CL_{50} de la cepa susceptible

* Cepa de referencia

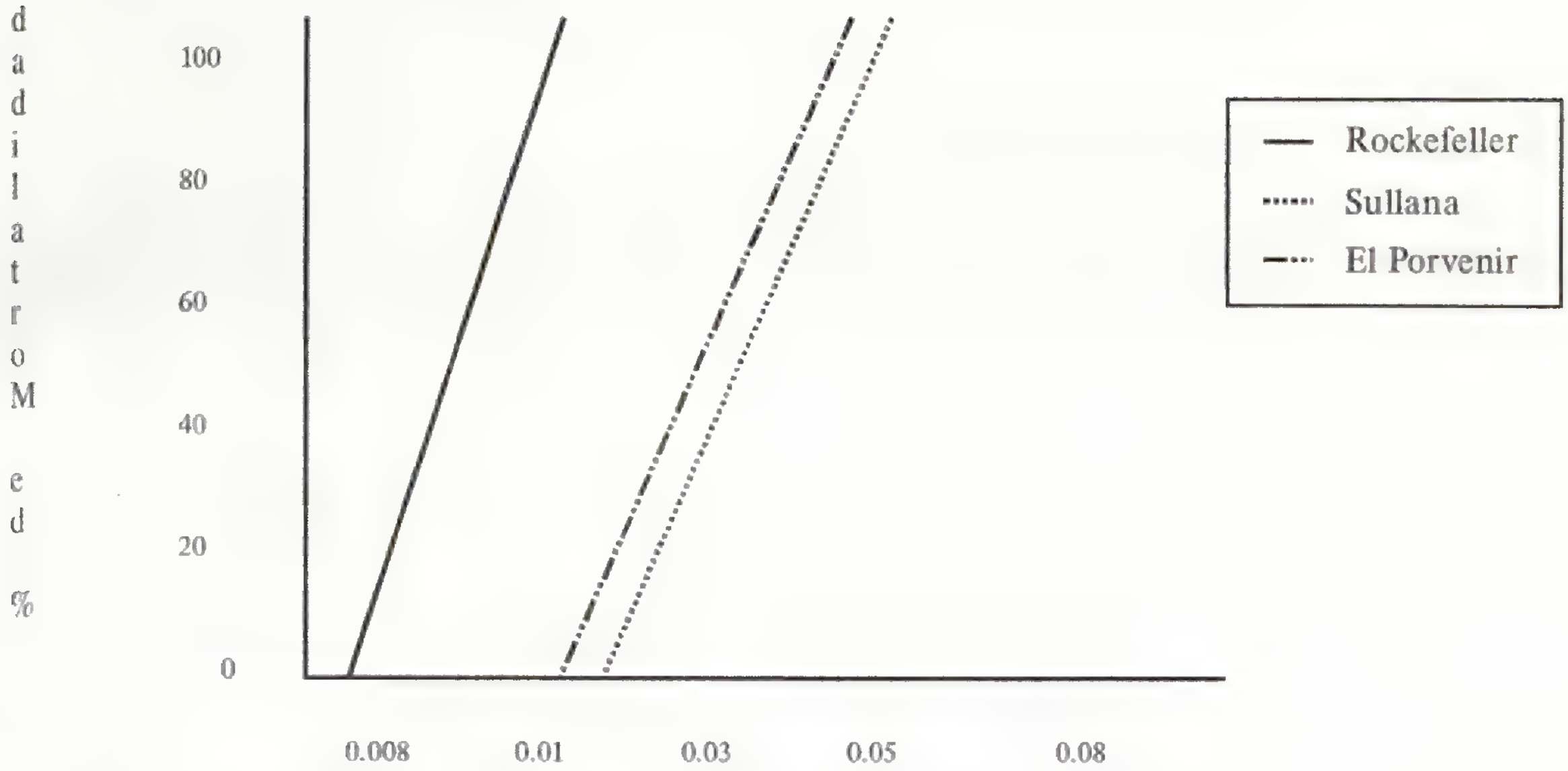


Fig. 1. Lineas de Regresión Mortalidad vs Concentración de temefos de las poblaciones Sullana y El Porvenir incluyendo la cepa de referencia Rockefeller.

Discusión

En el presente trabajo se determinaron los niveles de susceptibilidad en dos poblaciones naturales de ***Aedes aegypti*** del Distrito de Sullana y el Porvenir frente al insectcida temefos. Se demostró el nivel de susceptibilidad a temefos a través de los bajos niveles de resistencia presentados en sus factores de resistencia (1.48X y 1.63X) para El Porvenir y Sullana respectivamente.

Una población puede ser considerado muy tolerante a temefos o resistente, cuando es comparado con otros trabajos (Mazzarri y Georghiou, 1995 *teste* Campos y Andrade, 2001). La susceptibilidad y resistencia a temefos está muy bien documentada para países del Caribe y América del Sur. Se reportaron altos niveles de resistencia a temefos en una población de Venezuela con un FR_{50} de 11.1X , Cuba con un FR_{50} de 5.9X, Brasil con un FR_{50} de 6.3X y susceptibilidad en poblaciones de Venezuela con FR_{50} de 3.9X y 2.58X, Brasil con un FR_{50} de 2.7X (Macorís *et al*., 1999; Bisset *et al*., 2001).

Los valores de los factores de resistencia de las poblaciones de Sullana (Piura) y El Porvenir (Trujillo) comparados con los de Cuba y Brasil son bajos, la explicación resulta que en Cuba y Brasil se presentaron casos de dengue en los años 1941-1981 y 1967-1987 respectivamente donde se realizaron campañas de erradicación del vector, caso contrario en el Perú que fue 1990 y 2001 (Schneider y Droll, 2001), con los casos que se

presentaron de dengue se hizo uso del larvicida temefos no habiendo transcurrido el suficiente tiempo para una fuerte presión de selección en las poblaciones de *A. aegypti* del Perú como en los países antes mencionados.

Los valores de pendientes encontrados señalan una relación inversa con el valor del factor de resistencia, mientras menor valor de la pendiente indica que la población es más heterogénea; esto se expresa gráficamente en la Fig. 1 mientras la inclinación de la recta de la pendiente se incline más a la derecha la población es mas heterogénea , estos resultados concuerdan con los reportados por otros autores en donde una población resistente o con tendencias a ser resistente va ha presentar un valor de pendientes bajos comparados con las poblaciones susceptibles(Bracco et al., 1999; Soto y Molina, 2001; Lima *et al.*, 2003).

En los casos de resistencia a temefos, se ha reportado que el mecanismo de esterasas elevadas está asociado con la resistencia a este insecticida (Rodríguez *et al.*, 1999; Bisset *et al.*, 2001). La correlación entre la actividad de las esterasas y la resistencia a los compuestos organofosforados, está documentado en un gran número de insectos (Boning *et al.*, 1991).

Los resultados obtenidos para los mosquitos de Sullana y Porvenir y las conclusiones obtenidas en otros trabajos aseguran la necesidad de continuar el monitoreo de la susceptibilidad a temefos en las poblaciones de *A. aegypti* para brindar información necesaria que ayude a la toma de decisiones sobre el uso correcto de insecticidas. Lograr programas de control sostenidos, con énfasis en la reducción de focos y saneamiento ambiental, con el objetivo de utilizar menos insecticidas para disminuir la presión de selección sobre las poblaciones resistentes.

Literatura citada

Abdul R., T. R. T., N. W. Ahmad, H. L. Lee, S. G. Tan y J. H. Ali. 2001. Detection of resistance level in medically important mosquitoes (*Culex quinquefasciatus* and *Aedes albopictus*) from Peninsular Malaysia.Proc. NSF. Workshop. Kuala Lumpur.

Bracco, J. E.; Barata, J. M. S. y Marinotti, O.1999. Evaluation of insecticide resistance and biochemical mechanisms in a population of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) from Sao Paulo, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 94 (1):115-120.

Bisset, J. A., M. M. Rodríguez, D. Molina, C. Díaz y L. A. Soca. 2001. Esterasas elevadas como mecanismo de resistencia a insecticidas organofosforados en cepas de *Aedes aegypti*. Rev Cub Med Trop. 53(1): 37-43.

Boning, B. C., J. Hemingway, R. Romi y G. Majori. 1991. Interaction of insecticide resistance genes in field populations of Culex pipiens (Diptera: Culicidae) from

Italy in response to changing insecticide selection pressure. Bull Entomol Res. 81: 51-60.

Campos; J. y C. F. S., Andrade. 2001. Suscetibilidade larval de duas populacoes de *Aedes aegypti* a inseticidas químicos. Rev Saúde Pública. 35(3): 232-236.

Georghiou, G. P. y C. E. Taylor. 1977. Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. Journal Econ Entomol. 70: 319-323.

Lima P., J. B., M. Da-Cunha P, R. C. Da Silva J., A. K. A. K. Ribeiro G., S. Da Silva S., I. Aparecida B.,R. Pimentel R. y Valle, D. 2003. Resistance of *Aedes aegypti* to organophosphates in several municipalities in the state of Rio de Janeiro and Espírito Santo, Brazil. Am J Trop Med Hyg. 68(3):329-333.

Macorís, M. L. G., M. T. M. Andrighetti, L. Takaku, C. M. Glasser, V. C. Garbeloto y V. C. B. Cirino. 1999. Alteracao de resposta de suscetibilidade de *Aedes aegypti* a inseticidas organofosforados em municipios do Estado de Sao Paulo, Brazil. Rev Saúde Pública. 33(5): 21-22.

Organización Mundial de la Salud. 1981. Instructions for determinig the susceptibility or resistance of adult mosquitoes to organochlorine, organophosphorous and carbamate insecticides.Unpublished document. WHO/VBC.81.806. 7pp.

Raymond, M. 1985. Presentation d´une programme d´analyse log-probit pour microordenateur cahiers Orstrom. Ser Ent Med Parasitol. 23: 117-121.

Rodríguez, M. M., J. A. Bisset, L. H. Milá, E. Calvo, C. Díaz y L. A. Soca. 1999. Niveles de resistencia a insecticidas y sus mecanismos en una cepa de *Aedes aegypti* de Santiago de Cuba. Rev Cub Med Trop. 51: 83-88.

Schneider, J. y D. Droll. 2001. A timeline for dengue in the Americas to December 31, 2000 and noted first occurrences. PAHO. Division of diseases prevention and control. 20 pag.

Soto V., A. y D. Molina de F. 2001. Toxicidad de cinco insecticidas en una cepa de laboratorio de Rhodnius prolixus Stal, 1859 (Hemiptera: Reduvidae) de Venezuela. Entomotropica. Bol Entomol Venezolana. 16(3): 187-190.

Arnaldoa 11 (1)

Se imprimió en los
talleres de:

GRAFICART

EDITORIAL, PRODUCCION GRAFICA & PUBLICIDAD

Soluciones Gráficas Integrales

SAN MARTIN 375 - TELFAX: 044 297481
TRUJILLO - PERU

NORMAS EDITORIALES

Para publicar en la Revista Arnaldoa debemos de dejar en claro que la responsabilidad de las ideas emitidas corresponden a sus autores. Sólo se someterán a consideración del Comité Editor trabajos inéditos.

ARNALDOA es una revista del Museo de Historia Natural de la Universidad Privada Antenor Orrego, que publica artículos científicos originales sobre Botánica, Zoología, Ecología, Arqueología, Antropología y temas afines, producto de las investigaciones de la región neotropical con énfasis en el Perú.

El artículo deberá presentarse en original y copia en papel tamaño A-4, con letra Times New Roman 12 puntos, a espacio sencillo, con margen 2.5 cm en los cuatro lados, en páginas numeradas consecutivamente. El máximo se podrá extender hasta 20 páginas, incluyendo tablas y figuras; las excepciones quedarán a criterio del Comité Editor.

Deberá acompañar a los manuscritos una copia en procesador de textos Word para Windows en un disquete de 3.5".

Se sugiere que la estructura del artículo científico sea la siguiente:

a.- Título: escrito en altas y bajas, en negrita

b.- Autor (es): indicando nombres y apellidos en mayúsculas, debe incluir dirección y e-mail, todo ubicado a la derecha de la hoja.

c.- Resumen y Abstract: no debe exceder de 200 palabras, tratando de compactar la información a un solo párrafo.

d.- Texto: debe ser inobjetable con respecto a presentación y contenido. Los nombres de los autores citados deben ir en minúscula, los nombres científicos en itálica y negrita.

e.- Agradecimiento: opcional.

f.- Literatura citada:

. Apellidos e iniciales de los nombres de todos los autores.

. Año de publicación

. Título completo, edición, editorial, número de páginas (sí es libro), volumen seguido de número entre paréntesis y dos puntos, número de primera y última páginas y el año de publicación: Arnaldoa 6(1): 7-18. 1999 (sí es revista).

Las láminas deben ser originales, nítidas en tamaño A-4, los signos deben estar listos para su reproducción

Las fotografías nítidas en papel de alta calidad brillante para su reproducción, y no deben exceder en número de 6.

-en caso de enviar fotos escaneadas estas deben se digitalizadas a todo color (36 bits) con resolución de 300 dpi y serán guardadas en formato gráfico TIFF, JPG, para PC.

Todas las ilustraciones deben estar consecutivamente numeradas y con leyendas explicativas y sucintas.

Cada autor recibirá gratuitamente 50 separatas del artículo; en caso de autor y coautor cada uno recibirá 25 separatas

Arnaldoa 11(1)

7 Biopurificación y Ecología de ***Artrhospira platensis*** (Nordstedt) Gomont en las lagunas de oxidación de Punta Hermosa, Lima, Perú

N. CARRASCO A. & H. MONTOYA T.

25 ***Coreopsis gracilis*** (Asteraceae:Heliantheae), una nueva especie del Norte de Perú

A. SAGÁSTEGUI & I. SÁNCHEZ

29 A new species of ***Astragalus*** (Leguminosae-Papilionoideae) from Bolivia with peculiar xerophytic adaptation

E. GÓMEZ-SOSA & M.A. CASTRO

45 Sinopsis del género ***Quiina*** Aubl. (Quiinaceae) para el Perú

J. V. SCHNEIDER

75 Notas sobre el género ***Masdevallia*** (Orchidaceae) en San Pedro de Carpish, Huánuco, Perú

D.M. TRUJILLO

85 Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: I. El Concepto de Bosques Secos en el Perú

R. LINARES-PALOMINO

103 Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: II. Fitogeografía y Composición Florística

R. LINARES-PALOMINO

139 Variabilidad morfológica y distribución geográfica del yacón, ***Smallanthus sonchifolius*** (Poepp. & Endl.) H. Robinson, en el Norte Peruano

J. SEMINARIO, M. VALDERRAMA & J. ROMERO

ENTOMOLOGÍA

161 Susceptibilidad larval a temefos en dos poblaciones de ***Aedes aegypti*** del Perú

J.C. CHÁVEZ, J. ROLDÁN & F. VARGAS

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
TRUJILLO - PERU

Arnaldoa

11(2)

Revista del Museo de Historia Natural

Diciembre, 2004

UNIVERSIDAD PRIVADA «ANTENOR ORREGO»
TRUJILLO - PERÚ

El Museo de Historia Natural de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo tiene la misión de investigar y dar a conocer la diversidad biológica y cultural del Perú, a objeto de preservar e incrementar la vida.

Arnaldoa 11(2)

Revista del Museo de Historia Natural Diciembre, 2004

(C) 2004 - Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo
Derechos Reservados conforme a Ley

Toda correspondencia relativa al Museo de Historia Natural y/o revista Arnaldoa, debe dirigirse a:

Apartado 1001
Trujillo - Perú
E-mail:asagasteguia@upao.edu.pe

CARATULA: Fotografía de ***Arnaldoa weberbaueri*** (Asteraceae)
Foto: M.O.Dillon (c)

Diseño, Diagramación e Impresión: GRAFICART S.R.L. Jr. San Martín 375 - Telefax: 044-297481 - Trujillo

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Rector : Dr. Guillermo Guerra Cruz

Vicerrector Académico : Dr. Carlos Lescano Anadón

Vicerrector Administrativo : Dr. José Veneros Chávez

MUSEO DE HISTORIA NATURAL

Director : Dr. Abundio Sagástegui Alva
Jefe de Colecciones : Blga. Carolina Tellez Alvarado
Técnico : Blgo. Mario Zapata Cruz

COMITE EDITOR

Dr. Abundio Sagástegui Alva
Blga. Carolina Tellez Alvarado
Blgo. Mario Zapata Cruz

EDITORES ASESORES

Dr. Jorge V. Crisci
Museo de La Plata
Paseo del Bosque s/n 1900
La Plata, Argentina
E-mail:jcrisci@netverk.com.ar

Dr. Michael O. Dillon
The Field Museum
Chicago, IL 60605-2496, U.S.A.
E-mail:dillon@fieldmuseum.org

CONTENIDO

7 Three new endemic species of ***Cremastosperma*** (Annonaceae) from the Rio Marañon basin, Amazonas, Peru

M.D.PIRIE & M. ZAPATA

21 A new unusual ***Bomarea*** species in northern Peru (Alstroemeriaceae)

A. HOFREITER & E. RODRÍGUEZ

29 Una nueva especie de ***Puya*** (Bromeliaceae) del norte de Perú

A. SAGÁSTEGUI, M. ZAPATA & M.O. DILLON

37 Una nueva especie de ***Neosprucea*** (Salicaceae/Flacourtiaceae) de Perú y Colombia

M.H. ALFORD, C. GRÁNDEZ & R. VÁSQUEZ

43 Species of the South American ***Astragalus garbancillo*** (Leguminosae - Papilionoideae) complex

E. GÓMEZ-SOSA

67 ***Nasa longivalvis*** (Loasaceae: Loasoideae) una nueva especie del Departamento de La Libertad, Perú

E. RODRÍGUEZ & M. WEIGEND

79 Variabilidad morfológica y distribución geográfica de la colección de arracacha (***Arracacia xanthorrhiza*** Bancroft) de la Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

J. *SEMINARIO & M. VALDERRAMA*

105 Análisis cromatográfico del contenido enzimático del veneno de tres serpientes peruanas

L. LERMA, G. SANDOVAL, R. INGA, M. MUÑOZ, E. CAVERO & A. YARLEQUÉ

Arnaldoa
11(2): 7-20 . 2004

Three new endemic species of *Cremastosperma* (Annonaceae) from the Rio Marañon basin, Amazonas, Peru

MICHAEL D. PIRIE
Nationaal Herbarium Nederland,
Universiteit Utrecht branch,
Heidelberglaan 2, 3584 CS Utrecht,
The Netherlands
m.d.pirie@bio.uu.nl

MARIO ZAPATA CRUZ
Museo de Historia Natural,
Universidad Privada Antenor Orrego
Trujillo – PERÚ
mzapatac@upao.edu.pe

Abstract

Subsequent to a field expedition to the Peruvian department of Amazonas, and in advance of a revision of the genus, three new species of ***Cremastosperma*** (Annonaceae), endemic to the Río Marañon basin in Peru, are described here: ***C. bullatum*** Pirie, ***C. yamayakatense*** Pirie and ***C. cenepense*** Pirie & Zapata.

Resumen

Como resultado de los trabajos de campo realizados en el Departamento de Amazonas (Perú); y en avance a la revisión del género, describimos tres nuevas especies de ***Cremastosperma*** (Annonaceae): ***C. bullatum*** Pirie, ***C. yamayakatense*** Pirie y ***C. cenepense*** Pirie & Zapata, endémicas de la cuenca del río Marañon.

Introduction

The genus ***Cremastosperma*** was described by Fries 1930, and phylogenetic analyses using DNA sequence data suggest that its species comprise a monophyletic group Pirie & al., in press). It can be distinguished from other Neotropical Annonaceae by its raised midrib with a unique longitudinal groove. Although at the time of writing only 18 species of ***Cremastosperma*** are recognised, the results of ongoing systematic research suggest that the total number of distinguishable species may in fact exceed 30. The distribution of

species of ***Cremastosperma*** can be summarised according to Gentry (1982) as 'Andean centred': they are largely absent from Amazonia, but diverse in middle elevation cloud forests and in the lowlands near the base of the Andean mountain chain. These regions coincide with two of the twenty-five areas worldwide designated as biodiversity hotspots by Myers & al. (2000): the Chocó/Darién/Western Ecuador region and the tropical Andes. The area of the tropical Andes in Peru is particularly rich in species of ***Cremastosperma,*** housing 12 of the 18 currently recognised species.

Three new species of ***Cremastosperma*** from Peru are described here: ***C. bullatum*** Pirie, ***C. yamayakatense*** Pirie, and ***C. cenepense*** Pirie & Zapata. ***Cremastosperma bullatum*** and ***C. yamayakatense*** were collected by the authors during a field expedition in northern Peru at the end of 2003. Both were found in the area of the community of Yamayakat in Bagua, Amazonas, from where a further species of ***Cremastosperma***, ***C. peruvianum*** (described by Fries, 1934, and distinguished in particular by its long, relatively narrow leaves with cordate base, and long stipes), has also been collected. These three and ***C. cenepense*** (the third new species described here) are only known from herbarium specimens collected in the Río Marañon basin in Peru. This region appears not only to be unusually rich in often narrowly endemic species of Annonaceae, but also until recently to have been relatively overlooked in terms of both collections and taxonomic work. Collections of the genera ***Unonopsis***, ***Rollinia,*** and ***Guatteria*** made during the same expedition appear to represent a number of as yet undescribed species (P. Maas, pers. com.).

1. Cremastosperma bullatum Pirie *spec. nov.* – Fig. 2, 3-5

Typus: Pirie, M.D.; Zapata C., M.; Apanu N., *R. 71* (holo: U; iso AAU, AMAZ, CUZ, E, F, HAO, K, MO, MOL, NY, HUT, US, USM, WU), Perú. Amazonas: Bagua, District Imaza, community Yamayakat, trail to Putuim, 22 Nov 2003 (fl).

Foliis bullatis margine ciliata, indumento e pilis longis composito, pedicellis longis, petalis interioribus petala exteriora superantibus distinctum

Tree 2-10 m tall; young twigs and petioles densely covered with mainly erect golden hairs up to 1 mm long. **Leaves**: petioles 3-7 mm long, 2.5-3 mm diam.; lamina elliptic or narrowly so to slightly obovate, 17-28 by 6-11 cm (leaf index 2.4-3.5), chartaceous, mid brown, occasionally slightly grey above (immature leaves drying black), glabrous or sparsely covered with mainly erect golden hairs up to 1 mm long on upper surface, densely so on all veins below and on edge of lamina, base rounded to subcordate, apex acuminate (acumen 5-20 mm long), extreme tip obtuse, primary, secondary, and tertiary veins sunken in depressions in leaf surface, primary vein raised along entire leaf length, 1.5-2 mm wide at widest point, densely covered with mainly erect golden hairs up to 1 mm long above

and below, secondary veins 15-20 (intersecondary veins rare), distance between from 6 mm at the base to 16 mm closer to the apex, angles with primary vein consistently around 60-70°, occasionally branching, forming distinct loops, smallest distance between loops and margin 1-1.5 mm, tertiary veins largely percurrent. **Inflorescences** of single, successively produced, pendulous flowers, axillary on leafy branches, on leafless branches and produced from the main trunk (then extending from a structure comprising the woody remnants of old inflorescences); short axillary shoot, 17-20 mm long, 1-1.5 mm diam. (in flower), 18-25 mm long, c. 1.5 mm diam. (in fruit); pedicels 100-140 mm long, c. 1 mm diam. at the base, 2 mm diam. at the apex (in flower), c. 1.5 mm diam. at the base, 2 mm diam. at the apex (in fruit); short axillary shoot and pedicel sparsely to rather densely covered with mainly erect golden hairs up to 1 mm long, single lower bract, elliptic to ovate, 2.5 mm long, 1 mm wide, acute, persistent or partially caducous, densely covered with mainly erect golden hairs up to 1 mm long; upper bract within central third of pedicel length, elliptic to ovate, 2-3 mm long, 1-2 mm wide, acute, densely covered with mainly erect golden hairs up to 1 mm long; flower buds depressed ovoid developing to conical, green in vivo, brown in sicco; flowers green, maturing to yellow with a basal orange patch on the outside of the outer petals in vivo, golden brown in sicco, outer sides and apical portion of the inner sides of petals and outer sides of sepals densely covered with appressed golden hairs up to 1 mm long, inner sides otherwise glabrous; sepals basally connate, deltate, 5-7 by c. 6 mm, acute, caduceus; outer petals broadly ovate, c. 18 by c. 15 mm, inner petals ovate, concave, c. 25 by c.12 mm wide; receptacle ovoid; androecium c. 5 mm diam., stamens 1-1.5 mm long, connective appendage of inconsistent and irregular shape, c. 0.5 mm wide, glabrous. **Monocarps** 8-10, dark brown in sicco, ellipsoid, slightly assymmetrical, c. 15 mm long, 11 mm diam., apicule (where visible) excentric; stipes 14-16 mm long, c. 1.5 mm in diam; fruiting receptacle ovoid, 5-6 mm in diam., monocarps, stipes and receptacle sparsely to rather densely covered with erect golden hairs 0.1 mm long. **Seeds** ellipsoid, orange-brown with many shallow pits, c.13 mm long, c. 10 mm in diam., raphe raised, encircling seed longitudinally, rumination spiniform.

Distribution: ***C. bullatum*** is known only from the Bagua province of Amazonas in Peru.

Habitat and ecology: Trees or shrubs from 2 m tall have been collected in primary forest in flower in February and November, in fruit in November and June.

Other specimens examined:

PERU: **Amazonas, Bagua:** 20 Jan 1996 (fl, fr), *Jaramillo, N.; et al. 942* (MO, U); 25 Jan 1996 (fr), *Jaramillo, N.; et al. 972* (HUT, MO, U); District Imaza, community Yamayakat, trail to Putuim,

22 Nov 2003 (st), *Pirie, M.D.; et al. 66* (F, HAO, U, USM); (fr), *Pirie, M.D.; et al. 68* (HAO, U, US, USM); District Imaza, community Putuim, path leading west along Quebrada Shimutaz, 25 Nov 2003 (fl), *Pirie, M.D.; et al. 94* (AMAZ, CUZ, HAO, HUT, K, MO, MOL, NY, U, USM); District Imaza, community Aguaruna de Putuim, 20 Jun 1996 (fr), *Rodriguez R., E.; et al. 1152* (U); District Imaza, community Yamayakat, 15 Nov 1997 (fr, fl), *Vásquez, R.; et al. 24891* (U).

Notes : ***Cremastosperma bullatum*** can easily be distinguished from all other species of *Cremastosperma* by any one of the number of unique and striking characteristics it displays. The leaf blade has a blistered or bubbled appearance, both in the field and when pressed, which is due to the deeply sunken nature of the primary, secondary, and tertiary venation. The indument present on many of its parts is far longer than in any other species in the genus, and, also uniquely in the genus, densely inserted in a halo-like formation around the leaf margin. Other notable characteristics are the unusually long pedicel, the orange colouring of the base of the outer petals of mature flowers, the inner petals considerably longer than the outer petals, and the rounded to subcordate shape of the leaf base.

Etymology : The specific epithet reflects the bubbled appearance of the leaves.

2. Cremastosperma yamayakatense Pirie *spec. nov.* – Fig. 2, 6-8

Typus: *Pirie, M.D.; Zapata C., M.; Apanu N., R. 57* (holo U; iso CUZ, HAO, HUT, K, MO, NY, USM), Perú. Amazonas: Bagua, District Imaza, community Yamayakat, trail to Putuim, 22 Nov 2003.

A *C. gracilipes* pedicellis brevioribus, alabastris glabris ante anthesin inapertis differt.
A *C. cenepense* stipitibus monocarpiis longioribus differt.

Tree 1.5-8 (-20) m tall; young twigs and petioles shallowly grooved, glabrous.

Leaves: petioles 5-10 mm long, 1-5 mm diam.; lamina elliptic, 11-24 (-38) by 3.5-8 (-13) cm (leaf index 2.4-3.4), chartaceous, olive-grey green above, light brown below, glabrous on both sides, base acute, apex shortly acuminate to acuminate (acumen 10-25 mm long), extreme tip rounded, primary vein raised over entire leaf length, grooved for first 25-30% from base, 1-4 mm wide at widest point, glabrous, secondary veins 8-10 (-14), intersecondary veins occasional, distance between from 5-10 mm at the base to 10-30 mm closer to the apex, angles with primary vein from 70-80°, the angle thereafter

decreasing and subsequently increasing towards the leaf margin, not branching, forming distinct loops, smallest distance between loops and margin 2-6 mm, tertiary veins largely percurrent with some reticulation. ***Inflorescences*** of single, successively produced, flowers, axillary on leafy branches and on older (leafless) branches (then extending from a structure comprising the woody remnants of old inflorescences); short axillary shoot c. 1 mm long, 1 mm diam. (in flower), 1-3 mm long, 2-2.5 mm diam. (in fruit); pedicels 5-7 mm long, c. 1.5 mm diam. at the base, 2 mm diam. at the apex (in flower), 8-15 (20) mm long, 2-2.5 mm diam. at the base, 3-4 mm diam. at the apex (in fruit); short axillary shoot sparsely covered with golden hairs 0.1 mm long, pedicels glabrous; single lower bract broadly triangular, 1-2 by 1-2 mm, acute, mostly caducous in fruit, rather densely covered with golden hairs 0.1 mm long; upper bract inserted within basal half of pedicel, broadly triangular, 1-2 by 1-2 mm, acute, glabrous; flower buds depressed ovoid; flowers green maturing to yellow in vivo, black in sicco, surfaces of sepals and petals glabrous, margins ciliate with golden hairs 0.1-0.2 mm long; sepals basally connate, deltate, not reflexed, c. 3 by c. 3 mm, rounded, caducous, rarely persistent; outer petals ovate, 10-15 by 8-12 mm, inner petals elliptic, c. 12 by c. 6 mm; receptacle depressed ovoid; androecium 6-7 mm diam., stamens c. 1 mm long, connective appendage of inconsistent and irregular shape, 0.5 mm wide, glabrous; carpels number, length, and indument unknown. ***Monocarps*** 10-22, green maturing through red to black in vivo, black in sicco, ellipsoid, slightly asymmetrical, 12-14 mm long, 7-8 mm diam., apicule ex-central, glabrous or sparsely covered with very short golden hairs; stipes green maturing to red in vivo, 11-12 mm long, c. 1.5 mm diam. increasing to c. 3 mm diam. when mature, glabrous or with sparse indument of very short golden hairs; fruiting receptacle depressed ovoid, 5-10 mm in diam, glabrous. ***Seeds*** ellipsoid, reddish-brown with small black pits surrounded by a slightly raised rim, 9-13 mm long, 6-7 mm diam., raphe sunken, encircling seed longitudinally, rumination unknown.

Distribution: ***Cremastosperma yamayakatense*** is found only in the watershed of the upper Río Marañon in the department of Amazonas in Peru.

Habitat and ecology : Primary and secondary forest between 200 and 1000 m elevation. ***C. yamayakatense*** has been collected in flower in November and January-March. Fruiting specimens have been collected throughout the year except December and April.

Selection of other specimens (21) examined:

PERU: **Amazonas, Bagua:** Along roadside from Chiriaco to Puente Venezuela, 43 km (by road) NE of Chiriaco, 5 Feb 1996 (fl), *Barbour, P.J. 4432* (MO, U, USM); District of Imaza, 22 Sep 1997 (fr), *Chávez A., E. 70* (U); Aguarana de Yamayakat, 14

Jul 1994 (fr), *Díaz S., C.; et al. 6851* (U, USM); Imaza, community Yamayakat, Jan 1995 (fl), *Hodges, V.; et al. 111* (HUT); District Imaza, community Yamayakat, 6 Mar 1995 (fl, fr), *Jaramillo, N. 584* (HUT, U, USM); District Imaza, community Yamayakat, trail to Putuim, 22 Nov 2003 (fr), *Pirie, M.D.; et al. 60* (HAO, U, USM); Yamayakat, margin of Maranon river, 16 Oct 1995 (fr), *Rodriguez R., E. 724* (HUT). **Condorcanqui:** River Cenepa, vicinity of Huampami, 7 Aug 1978 (fr), *Ancuash, E. 1324* (U); East of Cenepa, South of Aintami Creek on ridge, 15 Jul 1974 (fr), *Berlin, B. 1588* (U); Quebrada Basusinuk, tributary of Huampami, 2 Nov 1972 (fr), *Kayap, R. 33* (U); Valley of river Santiago, Quebrada Caterpiza, 2-3 km from community Caterpiza., 12 Jan 1980 (fr), *Tunqui, S. 573* (MO); 8 Sep 1994 (fr), *Vásquez, R.; et al. 19055* (MO).

Notes:***Cremastosperma yamayakatense*** resembles two other species of ***Cremastosperma***; ***C. gracilipes***, which has been collected in the departments of Napo and Pastaza in Ecuador, Loreto in Peru and in adjacent Colombia, and ***C. cenepense***, also described here, from the Cenepa region of Amazonas, Peru, with which its distribution therefore overlaps. The most important differences between ***C. yamayakatense*** and ***C. gracilipes*** are in the flowers. ***C. gracilipes*** is characterised by flower buds which open during development and which bear indument on all parts. In contrast, the flower buds of ***C. yamayakatense*** bear virtually no indument and appear to remain closed throughout development, the petals only opening slightly when the flowers are mature. Additionally, the flowers of ***C. gracilipes*** are borne on longer more slender pedicels than those of ***C. yamayakatense***. ***C. yamayakatense*** differs from ***C. cenepense*** in the shape of the leaf base (acute in ***C. yamayakatense***, cordate to subcordate in ***C. cenepense***) and the length of the stipes (longer than the monocarps in ***C. yamayakatense***, shorter than the monocarps in ***C. cenepense***). The lack of flowering material of ***C. cenepense*** makes further distinction currently impossible.

Flowering and fruiting specimens of ***C. yamayakatense*** of around 1.5 m tall were observed in the province of Bagua, though specimens collected both in this area and particularly those collected further north into the province of Condorcanqui, in the areas of the Rivers Cenepa and Santiago, have been recorded as reaching heights of 6 – 8 m and in one case 20 m tall. Differences between collections from these two regions have been observed: The leaves of Condorcanqui specimens are generally larger and the fruits have a slight indument whereas those of the Bagua collections are glabrous. In the absence of floral material from Condorcanqui it is assumed that these specimens do represent the same species due to the short pedicel, leaf base shape (which excludes the possibility of their representing specimens of ***C. cenepense***) and leaf venation.

Etymology : ***Cremastosperma yamayakatense*** is named after the community of Yamayakat, the type locality of the species.

3. Cremastosperma cenepense Pirie & Zapata *spec. nov.* – Fig. 2, 9

Typus: Rojas, R.; et al. 269 (holo, U, iso, AMAZ, HUT, MO, USM); Peru: Amazonas, Prov. Condorcanqui: Río Cenepa region, community Mamayaque, 11 Aug 1997 (fr).

Lamina basi cordata vel subcordata distinctum. A ***C. yamayakatense*** fructibus indumento vestitis et stipitibus monocarpiis brevioribus differt. A ***C. gracilipes*** pedicellis brevioribus differt.

Tree, c. 10 m tall; young twigs and petioles sparsely (axillary buds densely) covered with appressed golden hairs c. 0.1 mm long. **Leaves:** petioles 4-7 mm long, 1-2 mm diam.; lamina narrowly elliptic, 12-22 by 4-8 cm (leaf index 2.7-3), chartaceous, grey-yellow green above, light brown or yellowish green below, glabrous on both sides, base cordate to subcordate, apex shortly acuminate (acumen 8-10 mm long), extreme tip obtuse, primary vein raised over entire leaf length, 1-1.5 mm wide at widest point, glabrous, secondary veins 7-12, intersecondary veins occasional, distance between from 2-5 mm at the base to 15-25(35) mm closer to the apex, angles with primary vein from 90-80° at the base to 60-50° closer to the apex, forming distinct loops, smallest distance between loops and margin 2-5 mm, tertiary veins more or less percurrent. **Inflorescence** of single flowers, axillary; short axillary shoot, c. 2 mm long, c. 2 mm diam. (in fruit); pedicels c. 8 mm long, c. 2 mm diam. at the base, c. 2.5 mm diam. at the apex (in fruit), short axillary shoot and pedicels sparsely covered with appressed golden hairs c. 0.1 mm long; 2 lower bracts, caducous; upper bract attached midway along pedicel, caducous; flowers not observed. **Monocarps** 8-10, blackish brown in sicco, ellipsoid, asymmetric, 14-15 mm long, 9-11 mm diam., apicule excentric, rather densely covered with appressed golden hairs c. 0.1 mm long; stipes 7-8 mm long, c. 1.5 mm diam., rather densely covered with appressed golden hairs c. 0.1 mm long; fruiting receptacle depressed ovoid, 4-7 mm diam., rather densely covered with appressed golden hairs c. 0.1 mm long. **Seeds** ellipsoid, golden brown shallowly wrinkled (immature), c. 12 mm long, c. 7 mm diam., raphe sunken, encircling seed longitudinally, rumination unobserved.

Distribution: ***C. cenepense*** has, to our knowledge, only been collected in the Condorcanqui Province of Amazonas in Peru, in the area of the Cenepa River, a tributary of the River Marañon.

Other specimens examined:

PERU: **Amazonas, Prov. Condorcanqui:** Río Cenepa region, Quebrada Nahem, 15 Jul 1974 (fr), *Kayap, R. 1078* (U); Río Cenepa region, community Mamayaque, 9 Aug 1997 (fr), *Rojas, R.; et al. 255* (HUT, MO, U, USM).

Notes : ***C. cenepense*** is similar to ***C. yamayakatense***, also described here, and therefore also to ***C. gracilipes*** (see above). It differs in the shape of the leaf base (cordate or subcordate as opposed to acute in ***C. yamayakatense*** and ***C. gracilipes***), the indument on the fruits (rather dense as opposed to almost always absent in ***C. yamayakatense***), and lengths of the pedicel (shorter than that of ***C. gracilipes***) and stipes (shorter than those of ***C. yamayakatense***).

Etymology : This species is named after the Cenepa River, in the area of which it has been collected.

Acknowledgements

Two MSc students from the University of Wageningen, the Netherlands; Marleen Botermans and Robin van Velzen, accompanied MDP in Peru: their assistance ensured the success of the expedition. MB and RvV were supported through grants from the 'Stichting Levenswetenschappen' (grant 805-40.201) and the 'Miquel Fonds'; MB, RvV and MDP by grants from the 'Alberta Mennega Stichting', and the expedition was further financed by the Utrecht University branch of the National Herbarium of the Netherlands. The help of a number of people in Peru during the field expedition is gratefully acknowledged: the staff of the Museo de Historia Natural (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima), especially Magda Chanco Estela, Oscar Tovar Serpa, Asunción Cano Echevarria, Hamilton Beltrán Santiago and Haydee Montoya Terreros; the staff of the Jardín Botánico de Missouri, Oxapampa, Peru, especially Rocío del Pilar Rojas Gonzales; Abundio Sagástegui Alva (Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo); the staff of the Herbarium Truxillense, Trujillo, in particular Eric F. Rodríguez Rodríguez and Victor Medina Ibañez; and the people of the Comunidad Aguaruna de Yamayakat, Imaza, especially Apu Efrain Wisum Yagkug, Ricardo Apanú Nampin, and Julio Saan Kasen. The herbarium curators of HUT, MO, and USM are acknowledged for the loan of collections. Maps were produced using ESRI data made available by the New York Botanical Garden's 'Digital Basemap of the Americas'. Paul J. M. Maas gave valuable comment on the descriptions and Lubbert Y. Th. Westra translated the Latin diagnoses.

Literature cited

Fries, R.E. 1930. Revision der Arten einiger Anonaceen-Gattungen I. Acta Horti Berg. 10: 1-128.

_____. **1934.** Revision der Arten einiger Anonaceen-Gattungen. Acta Horti Berg. 12: 203-207.

Gentry, A. H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean Orogeny? Ann. Missouri Bot. Gard. 69: 557-593.

Myers, N.,C.G. Mittermaier, G. A. B. da Fonseca, & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

Pirie, M.D., L.W. Chatrou, R. H. J. Erkens, J. W. Maas, T. van der Niet, J. B. Mols, & J. E. Richardson. In Press. Phylogeny reconstruction and molecular dating in four Neotropical genera of Annonaceae: the effect of taxon sampling in age estimations in Plant species-level systematics: new perspectives on pattern and process (Bakker, F.T., L. W. Chatrou, B. Gravendeel, and P. B. Pelser, eds.) Regnum Vegetabile 142, Koeltz, Vienna, pp. 149-174.

Fig 1: Department of Amazonas in Peru. Distributions of all three species are denoted by black circles.

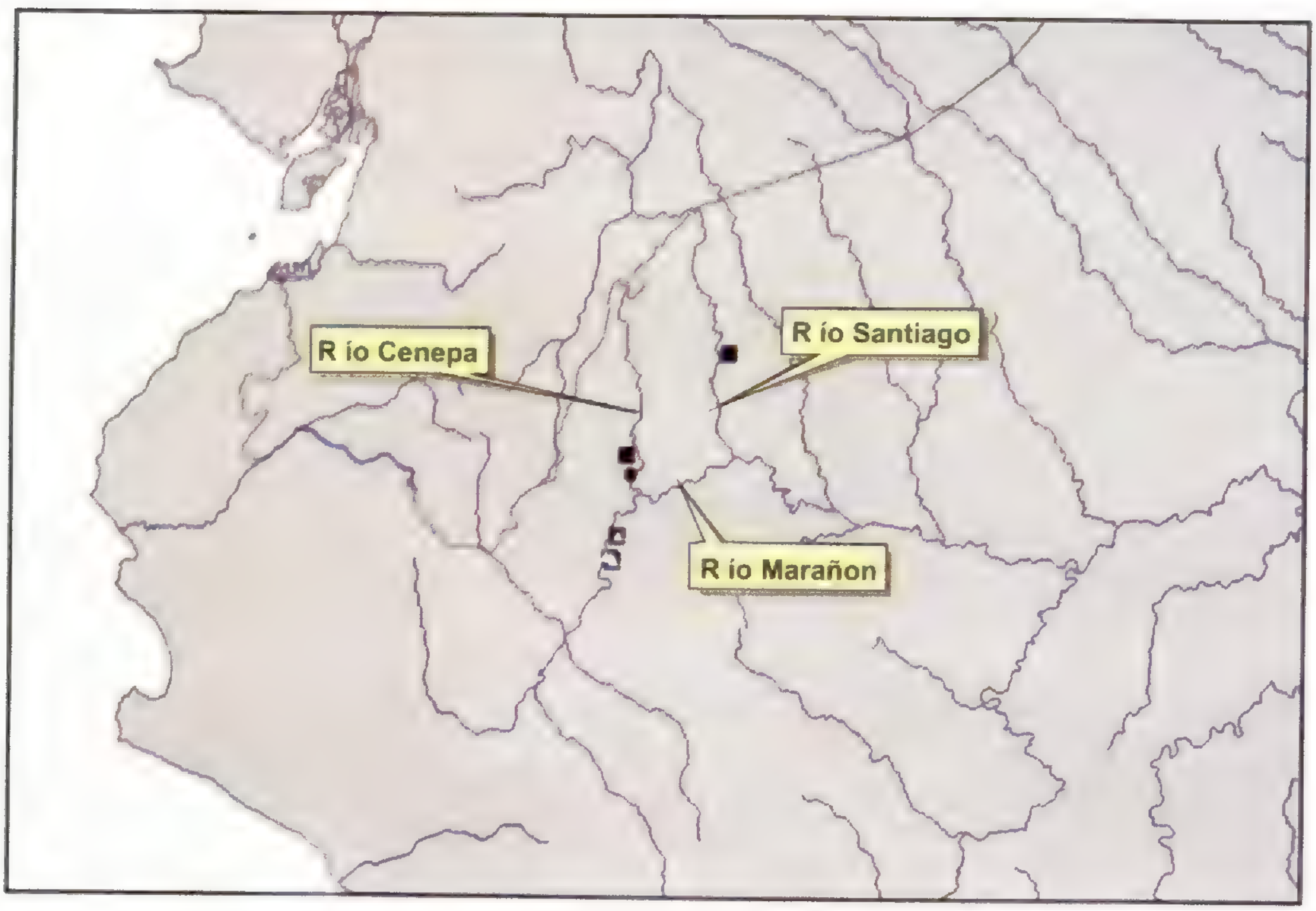


Fig 2: Detail of Marañon basin in Amazonas. Distributions of ***C. bullatum*** Pirie denoted by white triangles, ***C. yamayakatense*** Pirie by black squares and ***C. cenepense*** Pirie & Zapata by black circles.

Fig 3: ***C. bullatum*** Pirie: habit (Pirie & al. 94)

Fig 4: ***C. bullatum*** Pirie: leaf detail, illustrating bubbled appearance, cordate base, and long indumenta, particularly around the margin (Pirie & al. 94)

Fig 5: ***C. bullatum*** Pirie: flower, at anthesis, illustrating orange patch on outer petals

Fig 6: ***C. yamayakatense*** Pirie: flower bud (Pirie & al. 57)

Fig 7: ***C. yamayakatense*** Pirie: habit and fruit (Pirie & al. 58)

Fig 8: ***C. yamayakatense*** Pirie: ripe fruit, illustrating colour change in monocarps and thickening of stipes (Pirie & al. 60)

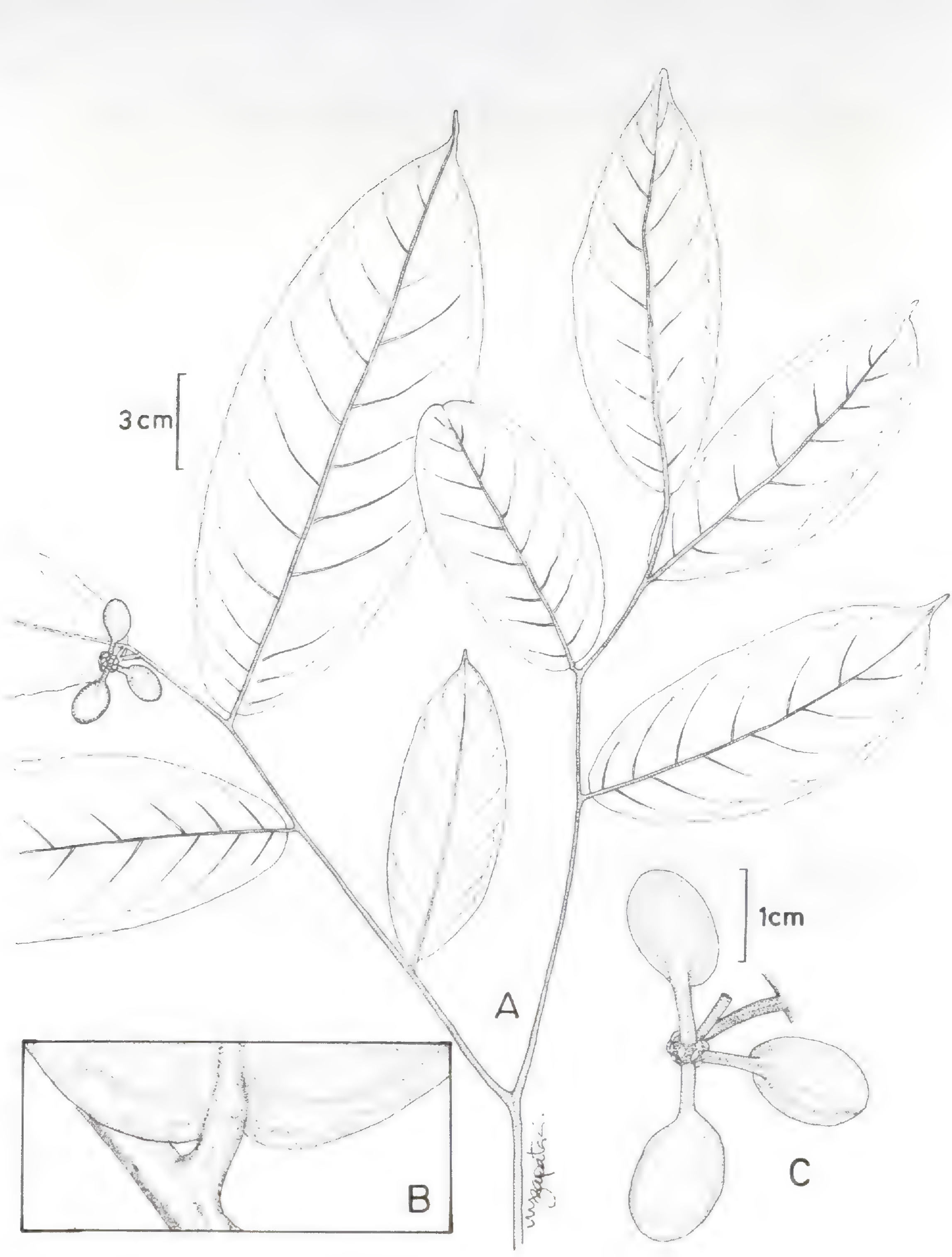


Fig 9: ***C. cenepense*** Pirie & Zapata (illustration M. Zapata. A,C: Rojas 269; B: Kayap 1068)

Arnaldoa
11(2): 21-28: 2004

A new unusual *Bomarea* species in northern Peru (Alstroemeriaceae)

ANTON HOFREITER
Ludwig-Maximilians-Universität, Department Biologie I, Bereich Biodiversitätsforschung, Abteilung Systematische Botanik, Menzingerstraße 67, D-80638 München, GERMANY, E-mail: hofreiter@freenet.de

ERIC F. RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo, Jr. San Martín 392, Trujillo, PERÚ, E-mail: efrr@chanchan.unitru.edu.pe

Abstract

A new species of ***Bomarea*** subgenus ***Bomarea*** s.str. (Alstroemeriaceae), from Northern Peruvian Andean region (Amazonas, La Libertad and San Martin deparments) is described and illustrated: ***B. alstroemeroides*** Hofreiter & E. Rodr. The typical growth form and its variability, habitat preferences and distribution are discussed. The new species is easily recognised because of its large wide-open, clearly zygomorphic flowers. The shape of the flower appears similar to some ***Alstroemeria*** species. The species is endemic to the Amotape-Huancabamba-region. The new specie is compared to its next relatives.

Key words: ***Bomarea***, new species, Andes, Peru, distribution, Amotape-Huancabamba-region.

Resumen

Se describe e ilustra una nueva especie de ***Bomarea*** subgénero ***Bomarea*** s.str. (Alstroemeriaceae) procedente de la región Andina del Norte del Perú (departamentos de Amazonas, La Libertad y San Martín): ***B. alstroemeroides*** Hofreiter & E. Rodr. Se discute la forma típica del crecimiento y su variabilidad, así como las preferencias del hábitat y distribución. La nueva especie se reconoce fácilmente por sus flores grandes, muy abiertas y claramente zigomorfas. La forma de la flor es similar a ciertas especies

de ***Alstroemeria***. El nuevo taxón es endémico a la región de Amotape-Huancabamba. Se compara su relación con las especies mas afines.

Palabras clave: ***Bomarea***, nueva especie, Andes, Perú, distribución, región Amotape-Huancabamba.

Introduction

The Peruvian ***Bomarea*** species (Alstroemeriaceae) were revised for the last time by Killip (1936). The genus is divided into 4 subgenera: ***Baccata*** (3 species), ***Bomarea*** s.str. (ca.70), ***Sphaerine*** (12) and ***Wichuraea*** (18) (Hofreiter & Tillich 2002). In Peru no species of ***Baccata*** occurs. For the differences of the subgenera see the key. The subgenus ***Bomarea*** s.str. has it centre of distribution growing twining on the edges of fog forests, ***Sphaerine*** erect in the shadow of the fog forest and ***Wichuraea*** erect in open habitats in the jalca and puna. The subgenus ***Bomarea*** s.str. is subdivided in 5 informal groups by Harling & Neuendorf (2003). The new species fits in the Multiflora group. The colour and the shape of the tepals are very similar to the typical members of the group like ***B. formosissima*** or ***B. multiflora***, but the shape of the flowers is very different. The wide-open flowers are unique within the whole group and appear like ***Alstroemeria*** flowers. The other species of this group have all funnel shaped flowers and so far only hummingbirds have been observed at their flowers. The new species seems to be adapted to insect pollination. At least insects can easily reach the nectar.

Key to the new species:

1 ovary semi-inferior; plants twining or erect; flowers pendulous, actinomorphic; tepals retained at the ripe fruit; fruit dehiscent; Ecuador to Argentina..... ***Wichuraea***

1´ ovary inferior 2

2 fruit dehiscent, leathery; plants mostly twining; flowers pendulous and actinomorphic or horizontally orientated and zygomorphic; tepals mostly deciduous ***Bomarea*** s.str.) 3

2´ fruit indehiscent, fleshy; plants mostly erect; flowers erect and actinomorphic or horizontally orientated and zygomorphic; Colombia to Bolivia ..... ***Sphaerine***

3 inflorescence a thyrse ..... Goniocaulon group, Pardina group, Salsilla group, Edulis group and various other species

3´ inflorescence an umbel; Mexico to Bolivia, American cordillera 4

4 flowers without a green tip 5
4´ flowers with a green tip ..... ***B. rosea*** and various other species

5 flowers funnel shaped ..... all other species of the Multiflora group
5´ flowers wide-open ..... ***B. alstroemeroides***

Clave para la nueva especie:

1 ovario semi-ínfero; plantas volubles (enredadera) o erectas; flores péndulas, actinomorfas; tépalos persistentes en el fruto maduro; fruto dehiscente; Ecuador hasta Argentina ***Wichuraea***
1´ ovario ínfero 2

2 fruto dehiscente, coriáceo; plantas mayormente volubles (enredadera); flores péndulas y actinomorfas u horizontalmente orientadas y zigomorfas; tépalos mayormente deciduos (***Bomarea*** s.str.) 3
2´ fruto indehiscente, carnoso; plantas mayormente erectas; flores erectas y actinomorfas u horizontalmente orientadas y zigomorfas; Colombia a Bolivia ..... ***Sphaerine***

3 inflorescencia un tirso ..... grupo Goniocaulon, grupo Pardina, grupo Salsilla, grupo Edulis y varias otras especies
3´ inflorescencia una umbela; México a Bolivia, cordillera Americana 4

4 flores sin ápice verde 5
4´ flores con ápice verde ..... ***B. rosea*** y varias otras especies

5 flores infundibuliformes todas las otras especies del grupo Multiflora
5´ flores muy abiertas ..... ***B. alstroemeroides***

Bomarea alstroemeroides Hofreiter & E. Rodr. spec. nov.

TYPE: Peru, Dept. Amazonas, Prov. Chachapoyas: Dist. Leymebamba, near the Laguna de Los Condores, primary forest, 2550-2600 m, 31.01.1999, **Eric Rodríguez et al. 2167a** (holotype: HUT!).

Fig. 1A; 2 C; distribution and habitat Fig. 1B, C.

Inter speciebus affinibus insignis caule spiraliter scandete, glabro, foliis linearibus at anguste ovatis longe attenuatis, glabris, umbella +- patule, floribus zygomorphis, segmentis perianthii rotatis, aequalibus, sepalis oblongis, rubris, petalis spathulato-unguiculatis, rubris rubro punctatis. Fructus turbinati, pilosi.

Plant twining, up to 4 m long, stem robust, up to 0.5 cm in diameter, not recurved at apex, pubescent with increasing density towards the top, or glabrous. **Leaves** linear or linear-lanceolate, 2 – 8 x 0.2 – 0.8 cm. Both leaf surfaces glabrous. **Inflorescence** an umbel, pedicels 2 – 4 cm, pubescent. Subtending leaves of the lower-most flowers bracteose, 0.5 – 1 x 0.1 – 0.2 cm, subsequent bracts smaller. Flowers zygomorphic, horizontally oriented, wide open, ca 3 – 4 cm in diameter, inner tepals equalling outer ones, 2-3 cm long, outer tepals oblong, outer surface red, paler red on inner surface. Inner tepals subdivided in blade and claw, orange with a red stroke at outer side and with many dark spots. Ovary pubescent, **fruit** turbinate and **seeds** globose.

Additional specimen examined:

PERU. Dept. Amazonas: Prov. Chachapoyas, Balsas road to Leymebamba, 3559 m, 19.10.2000, **Weigend et al. 2000/863** (HUT, MSB); Prov. Chachapoyas, Balsas road to Leymebamba, 3300 m, 5.01.1979, **Dillon & Turner 1747** (F). Entre Leymebamba y Balsas, 2900 m, 01.06.1963, **López et al. 4415** (HUT). Dept. La Libertad, Prov. Bolivar, east of Bolivar, ca. 3400 m, **Hofreiter s.n.** (MSB). Dept. San Martin: Prov. Huallaga, Dist. Saposoa, Entre El Tambo y Jalca del Rayo, camino a Leymebamba, 2800-3200 m, 15.09.2000, **Quipuscoa et al. 2485** (HAO, HUSA)

Note: ***B. alstroemeroides*** is so far known only from a small area and even there it seems to be rare. In contrast to most other species of the Multiflora group it do not occur in large population, but dispersed. The next relatives are maybe ***B. multiflora*** from Ecuador and Colombia and ***B. formosissima*** from southern Peru and northern Bolivia. The shape of the flower can distinguish the new species, but the shape of the tepals and the colour of the flowers are very similar to ***B. formosissima***. (Fig. 2 A-E)

Distribution and ecology: The new species grows in the Amotape-Huancabamba-region from the Abra de Calla Calla to the mountains east of Bolivar on the windward sides in small shrubs and fog forests at altitudes between 2500 m and 3600 m (Fig. 1B, C). This new taxa is associate with other species who define their own phytogeographic zone (e.g. ***Nasa*** spp., ***Passiflora*** spp., ***Ribes*** spp. and other species of ***Bomarea***) and prefers humid black soil with abundant organic matter.

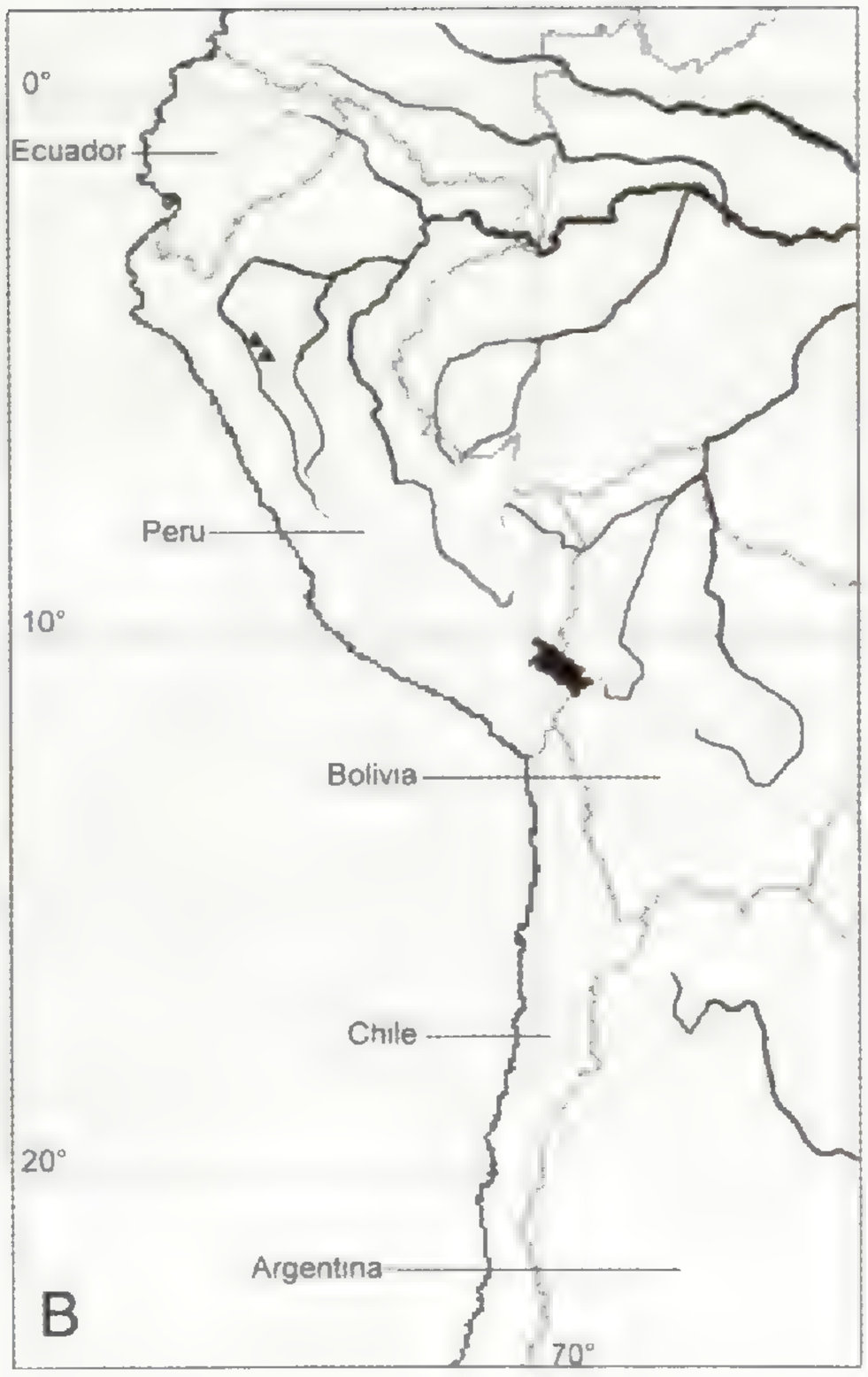
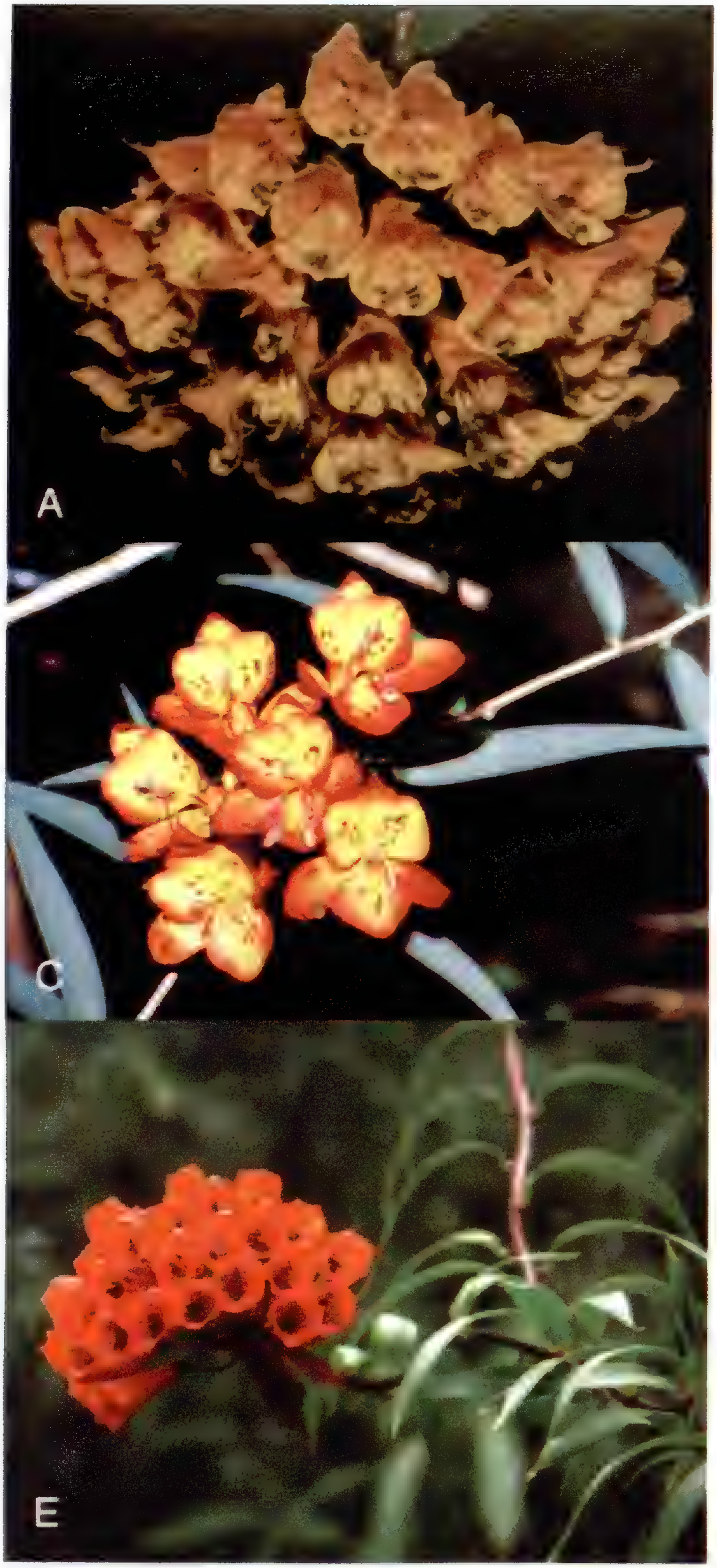
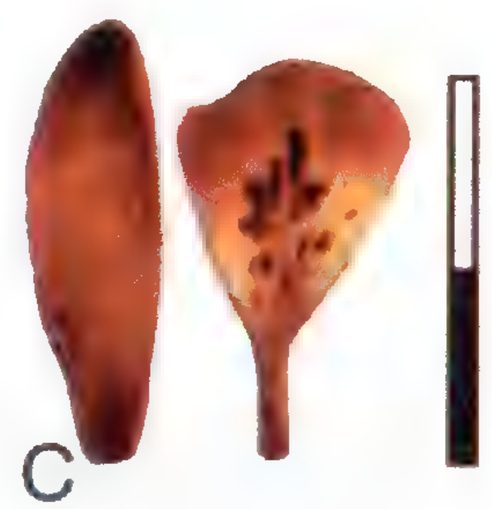


Fig. 1. ***Bomarea alstroemeroides***: **A.** Habit (size 3 cm); **B.** Distribution (=triangles); **C.** Habitat (Laguna de los Condores, Leymebamba, Amazonas).





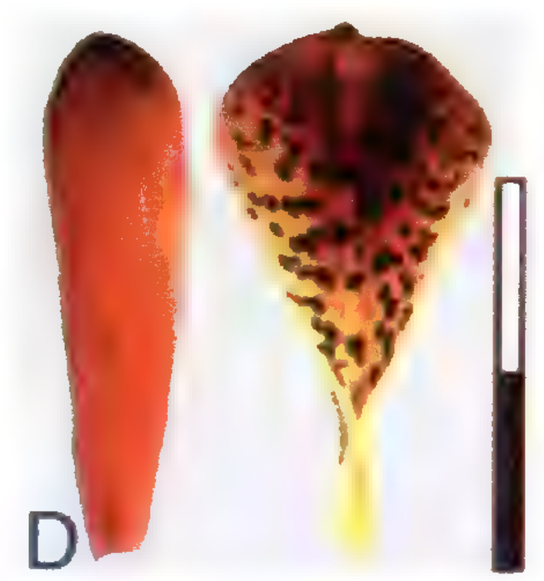


Fig. 2. ***Bomarea multiflora*: A.** Flowers; **B.** Tepals. ***B. alstroemeroides*: C.** Flowers and tepals. ***B. formosissima:*** **D.** Tepals; **E.** Flowers. (all size 3 cm).

Etimology: The ***B. alstroemeroides*** refers to the wide, open clearly zygomorphic *Alstroemeria*-like flowers

Acknowledgements

We thank the directors and curators of the herbaria AAU, B, BM, CUZ, E, F, G, GH, HAO, HBG, HUT, K, LP, LZ, M, MA, MO, NY, U, UC, US, USM and W. We thank H. Förther for his help with taxonomic problems, C. Köbele for assistance at computer problems, F.J. Höck for taking photos of herbarium specimens; We are grateful to H. Beltran, A. Cano, F. Careras, N. Salinas, M. I. Torres and L. Montes M. for diverse help and assistance in Peru, and to S. Beck in Bolivia. The first author is indebted to his parents for constant support and to Susanna Tausendfreund, his former employer, who accepted very flexible working times, making possible this research work.

Literature cited

Harling, G. & Neuendorf, M. 2003. Alstroemeriaceae. – Flora of Ecuador 71: 3–108.

Hofreiter, A & Tillich, H-J. 2002. The delimitation, ecology, distribution and infrageneric subdivision of ***Bomarea*** Mirbel (Alstroemeriaceae). – Feddes Repert. 113 (7 – 8): 528 –544.

Killip, E. P. 1936. ***Bomarea*** Mirb. – In: Macbride, J. F. (ed.): Flora of Peru, Part I. – Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 13: 633–665.

Arnaldoa
11(2): 29-36. 2004

Una nueva especie de *Puya* (Bromeliaceae) del norte de Perú

ABUNDIO SAGÁSTEGUI ALVA
MARIO ZAPATA CRUZ
Museo de Historia Natural
Universidad Privada Antenor Orrego
Trujillo - Perú

MICHAEL O. DILLON
Department of Botany
The Field Museum
Chicago, IL 60605, USA

Resumen

Mientras colectábamos en remotas regiones al norte del Departamento de Ancash (Perú), descubrimos una nueva especie, ***Puya tyleriana***, la cual describimos e ilustramos en el presente trabajo. Esta especie tiene una apariencia distintiva con inflorescencias paniculadas, abiertas, de más de un metro de longitud. Las flores son sostenidas por brácteas más grandes que los pedicelos, sépalos densamente blanco-lanosos, corolas purpúreas y anteras ligeramente exsertas.

Abstract

While collecting in a remote region of northern Department Ancash (Peru), we discovered a new species, ***Puya tyleriana***, which we here describe and illustrate. This species has a distinctive appearance with open, paniculate inflorescences over a meter in length. The flowers are subtended by only half as long as the pedicels, the sepals are densely white-lanate, and the corollas are deep purple with exserted anthers.

Introducción

El género ***Puya*** consta de aproximadamente 195 especies (Benzing, 2000) distribuidas desde Costa Rica hasta Argentina y Chile. La diversidad de ***Puya*** en Perú es impresionante, no menos de 73 especies registradas en una variedad de hábitats generalmente sobre los 1000 m de altitud en la región occidental (Brako & Zarucchi 1993). El grado de endemismo a nivel de especies se estima en cerca del 90%, con no menos de 65 especies restringidas al Perú. Exploraciones botánicas en el norte de Perú continúan

produciendo novedades y durante una expedición hacia una alejada región en el Departamento de Ancash, Provincia de Corongo, encontramos una nueva especie que a continuación describimos.

Puya tyleriana Sagást., Zapata & M. O. Dillon, sp. nov. (Fig. 1)

TIPO: PERÚ. ANCASH, Prov. Corongo: Tarica – Yanac, 8°36.5' S., 77°50.5' O., 29 de Agosto 2002, ***A. Sagástegui A. & M. Zapata C. 17095*** (Holótipo: HAO, Isótipos: BM, F, NY, US).

Differt a ***Puya glaucovirens*** Mez et ***P. westii*** L. B. Smith foliis ca. 90 cm longis et ca. 4 cm latis; flores laxis; sepalis usque 28 mm longis, truncatis et rotundatis, albotomentosis; corollis usque 48 mm longis, atropurpureis, per anthesin contortis.

Planta litofítica o terrestre de hasta 2 m durante la floración. **Hojas** lanceolado-lineares, subglabras en ambas superficies, de hasta 90 cm de largo por unos 4 cm de ancho hacia la base, ligeramente acanaladas, laxamente serradas, con espinas uncinadas, aplanadas, marrones, de unos 8 mm de largo. Escapo robusto, terete, glabro, de 1.50 m de largo por 1.8 cm de diámetro; brácteas del escapo anchamente deltoideas, glabras, acuminadas, de 1.6 cm de largo y 2.3 cm de ancho. **Inflorescencia** paniculada, bipinnada. Flores agrupadas hacia el ápice del escapo con alrededor de 10 racimos o ramas florales de 18 a 22 cm de largo, sobre cada uno de los cuales se insertan de 20 – 35 flores. Brácteas primarias anchamente ovadas y acuminadas hacia el ápice, lanosas al dorso, de 15 mm de largo por 10 mm de ancho. Brácteas florales ovadas, fuertemente contraídas en el ápice en un acumen, densamente lanosas sobre el dorso, de 11 mm de largo por 7 mm de ancho. Flores laxas, divergentes; pedicelos más o menos obcónicos, lanosos, de 5 – 10 mm de longitud. Sépalos oblongos, ecarinados, enteros, redondeados en el ápice, densamente blanco-lanosos, de unos 28 mm de largo; pétalos oblanceolados, glabros, purpúreos, contorneados después de la antesis, de unos 48 mm de longitud; estambres ligeramente exsertos, filamentos de unos 37 mm de longitud, anteras de 10 mm de largo.

Nombre vulgar: "achupalla"

Distribución y ecología: Conocida únicamente de la localidad del tipo, una ladera rocosa y escarpada, compartiendo su hábitat con otras Bromeliáceas del género ***Tillandsia*** y varias especies de Cactáceas columnares, asi mismo arbustos dispersos de ***Escallonia resinosa*** (Grossulariaceae) y ***Baccharis*** sp. (Asteraceae). Durante la estación lluviosa crece vegetación herbácea, especialmente Poaceae.

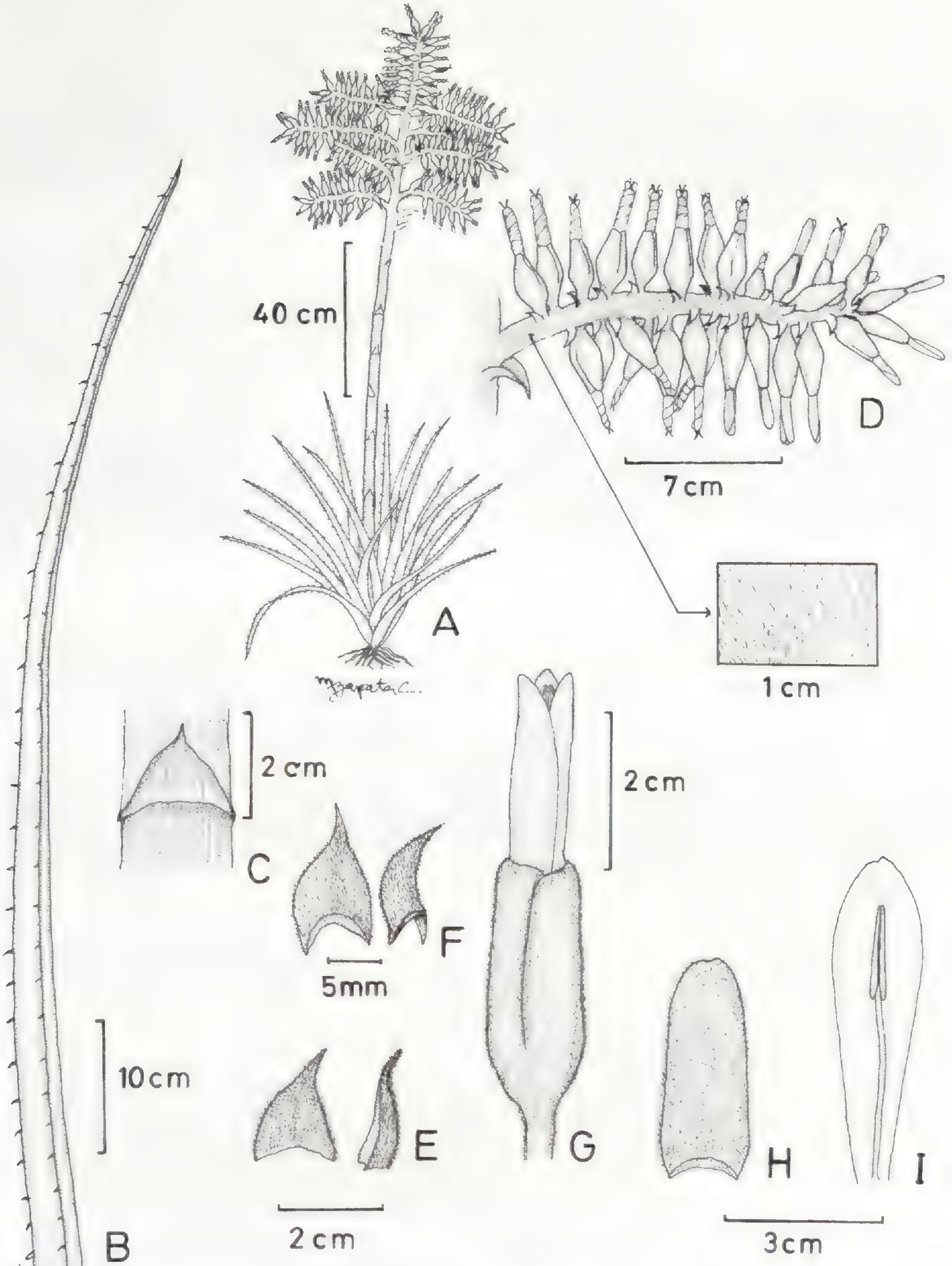


Fig. 1. ***Puya tyleriana*** Sagást. Zapata & Dillon. **A.** Hábito; **B.** Hoja; **C.** Bráctea del escapo; **D.** Rama de la Inflorescencia; **E.** Bráctea primaria; **F.** Bráctea floral; **G.** Flores; **H.** Sépalo; **I.** Pétalo con antera. (Dibujado de *Sagástegui & Zapata 17095* (HAO).

Fotografías: ***Puya tyleriana*** Sagást., Zapata & M.O. Dillon: **A.** Hábito; **B.** inflorescencia y **C.** Fragmento de la rama florífera.

Etimología: Es un placer dedicar esta nueva especie al prospero empresario de Kansas (U.S.A.) Ing. Robert Tyler por su generoso apoyo a nuestras investigaciones sobre la flora del norte de Perú.

Discusión: Utilizando el tratamiento de ***Puya*** por Smith & Downs (1974), esta nueva especie es referida al subgénero ***Puyopsis***, un grupo ampliamente distribuido desde Costa Rica hasta Chile y Argentina. Esta especie con una evidente inflorescencia compuesta, se agruparía bajo la **"Subclave I"**, según el tratamiento de Smith & Down, el cual conduciría a ***Puya glaucovirens*** Mez con flores uniformemente polisticas, ramas florales de 30 cm de largo aprox., y brácteas florales de casi la mitad de la longitud de los pedicelos, y a ***Puya westii*** L.B. Smith con ramas florales de 35 - 63 cm y bracteas florales de igual tamaño que los pedicelos. ***Puya tyleriana*** fácilmente separada de ***P. glaucovirens*** y ***P. westii***, por sus sépalos con ápice redondeado o truncado y por su corola púrpura con estambres ligeramente exsertos.

Brako & Zarucchi (1993) reportó 15 especies de ***Puya*** para el Departamento de Ancash, de las cuales sólo tres están ubicadas en el subgénero ***Puyopsis***: ***P. ferruginea*** (Ruiz & Pav.) L.B.Smith, ***P. rauhii*** L.B.Smith, y ***P. roezlii*** C.J.Morren., siendo ***Puya tyleriana*** distinta de ***P. ferruginea*** por poseer pétalos más pequeños (48 vs. 140 mm) y pubescencia blanca frente a pubescencia ferrugineo-estelada; de ***P. rauhii*** por poseer brácteas florales y pedicelos cortos, y pétalos mas largos de color púrpura oscuro y no púrpura verdoso; y por último, se diferencia de ***P. roezlii*** por poseer brácteas que no son pectinado-serradas y que no exceden los pedicelos.

Tabla I : Comparación de ***Puya tyleriana*** con ***P. glaucovirens*** y ***P. westii***

	P. tyleriana	***P. glaucovirens***	***P. westii***
Hoja			
Lámina:			
Largo	90 cm	60 cm	+ 100 cm
Ancho	40 mm	20 mm	25 mm
Pubescencia	subglabra	subglabra	escamosa
Inflorescencia	paniculada, bipinnada	paniculada, bipinnada	bipinnada
Ramas long.	18 – 22 cm	30 cm	35 - 63 cm
Bráctea floral			
Forma	ovado acuminada	ovado acuminada	aguda
Pubescencia	densamente lanosa	areneoso -tomentoso	glabra
Tamaño	+- 11mm	9 mm largo	10 mm largo
Pedicelo			
Long.	5 - 10 mm	13 mm	10 mm
Pubescencia	lanoso	areneoso tomentosa	tomentoso - ferrugíneo
Sépalos			
Forma	oblongos	subelípticos	oblongos
Longitud	28 mm	20 mm	20 mm
Pubescencia	blanco _lanoso	tomentosos	tomentosos
Pétalos			
Forma	oblanceolados	elípticos	oblancolados
Tamaño	48 mm	+- 38 mm	+- 40 mm
Color	purpúreos	verde-azulados	verdosos
Estambres	cortamente exsertos	incluidos	exsertos en la antesis por torsión de los pétalos

Aclaración

En un trabajo recientemente publicado (Luther, 2002), una nueva especie de Bromeliaceae, ***Greigia leymebambana*** Luther, fue descrita a partir de material enviado al Selby Gardens como "donación para determinación" por el HAO vía The Field Museum. El Holótipo fue designado al SEL, y los isótipos atribuidos al MO y DIVA. Por el registro de la colección se sabe que, un isótipo de *Quipuscoa et al. 1343* esta depositado en el HAO, el herbario desde el cual el material fue originalmente enviado, y otro isótipo se encuentra depositado en el F, el herbario que reenvió el material al Señor Luther. Es nuestra esperanza que en el futuro, los autores que reciban material como "donación para determinación" se tomen el tiempo y la cortesía profesional de verificar el origen de las

colecciones y pongan atención a la correcta ubicación de los tipos, asi como el envío de un separado a sus colectores como un reconocimiento al esfuerzo realizado durante los trabajos de campo.

Agradecimientos

A la NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, por el apoyo económico para las tareas de campo otorgado a través del Proyecto FLORISTIC INVENTORY OF THE JALCA FORMATIONS OF NORTHERN PERU (N° 0071506) al Dr. Michael O. Dillon como investigador principal.

Agradecemos así mismo al Dr. Fred Barrie por proveer la diagnosis latina y la primera revisión del manuscrito. También deseamos agradecer a la Blga. Claudia Teresa Hornung Leoni, del Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México por su ayuda con la ubicación de estas especies dentro de las Bromeliaceae y a la Dra. Blanca León, Herbarium, Plant Resources Center, University of Texas, Austin, U.S.A., por el envío oportuno de la bibliografía requerida.

Literatura citada

Benzing D. H. 2000. Bromeliaceae profile of an adaptive radiation. Cambridge University Press, Cambridge.

Brako, L., & J. L. Zarucchi. 1993. Catalogue of the flowering plants of Peru. Monogr. Syst. Bot. Missouri Gard. 45: 1-1286.

Luther, H. E. 2002. Miscellaneous new taxa of Bromeliaceae (XVII). Selbyana 23: 46-56.

Smith, L. B., & R. J. Downs. 1974. Bromeliaceae (Pitcarirnioideae) Fl. Neotropica Monogr. 14: 1-658.

Arnaldoa
11(2): 37-42. 2004

Una nueva especie de *Neosprucea* (Salicaceae/Flacourtiaceae) de Perú y Colombia

MAC H. ALFORD
L. H. Bailey Hortorium (BH)
Cornell University
228 Plant Science
Ithaca, New York 14853 EE.UU.
mha8@cornell.edu

CESAR GRÁNDEZ RIOS
Herbario Amazonense (AMAZ)
Universidad Nacional de la Amazónia Peruana
Iquitos, PERÚ
cgrandez@mixmail.com

RODOLFO VÁSQUEZ MARTÍNEZ
Missouri Botanical Garden (MO)
P. O. Box 229
St. Louis, Missouri 63166 EE.UU.
Rodolfo.Vasquez@mobot.org

Resumen

Se describe e ilustra una nueva especie de ***Neosprucea*** (Salicaceae/Flacourtiaceae: Prockieae), ***Neosprucea rimachii*** McDaniel ex Alford, Grández, & Vásquez, procedente de la cuenca amazónica del Perú y Colombia. Es caracterizada por la forma y nervadura de las hojas, el color de los pétalos, el largo de las anteras, y la pubescencia del fruto. Se presenta una discusión de relaciones con otras especies y una clave para distinguirlas.

Abstract

A new species of ***Neosprucea*** (Salicaceae/Flacourtiaceae: Prockieae), ***Neosprucea rimachii*** McDaniel ex Alford, Grández, & Vásquez, is described from the Amazon basin of Peru and Colombia. The new species differs from other ***Neosprucea*** in leaf shape, leaf venation, petal color, anther length, and fruit pubescence. A discussion of its

relationships to the other species and a key to separate them are also presented.

Introducción

Neosprucea Sleumer es un género pequeño neotropical con aproximadamente nueve especies, distribuidas desde Panamá al Perú, Norte de Brasil, y Guayana. En su tratamiento de las especies neotropicales de la familia Flacourtiaceae, Sleumer (1980) reconoció cinco especies de ***Neosprucea***. Desde entonces, se han descubierto especies adicionales y se ha aumentado la distribución geográfica, esto debido a la intensa colección en Ecuador, América Central, y Guayana y por una revisión de próxima publicación (Alford, en prep.).

Neosprucea es uno de los géneros más característicos dentro la familia Flacourtiaceae que tiene fama de ser complicado. Como la mayoría de las Flacourtiaceae, tiene hojas alternas, estípulas, flores con muchos estambres, y ovarios/frutos con placentación parietal. A diferencia de la mayoría de la familia, ***Neosprucea*** tiene estaminodios filamentosos, anteras lineales con dehicencia más o menos poricida, y ovarios/frutos con placentación muy saliente. ***Neosprucea*** pertenece a la tribu Prockieae (*sensu* Lemke, 1988), que normalmente tiene hojas con tres venas, inflorescencias terminales, y sépalos valvares. Es pariente cercano de ***Hasseltiopsis***, ***Banara***, y ***Prockia***, otros géneros de Prockieae.

Algunos botánicos han sugerido que la tribu Prockieae pertenece a Tiliaceae (Hutchinson, 1967) o es intermedia entre Flacourtiaceae y Elaeocarpaceae (Cronquist, 1981), pero resultados recientes basados en datos morfológicos (Lemke, 1988; Morawetz, 1981) y moleculares (Chase et al., 2002) demuestran que Prockieae es pariente de la mayoría de los otros miembros de la Flacourtiaceae. Basado en los datos moleculares, Chase et al. (2002) sugirió recientemente que la familia Flacourtiaceae debe ser dividida, con la mayoría de las especies, incluyendo ***Neosprucea***, como parte de Salicaceae. Sin embargo, hay otras posibilidades para clasificación que son más pragmáticas y están correlacionadas con la morfología. Una discusión de este problema puede ser encontrada en Alford (2003).

El Dr. Sidney McDaniel de Mississippi State University (MISSA) y el Institute for Botanical Exploration (IBE) reconoció una nueva especie de ***Neosprucea*** por primera vez en 1991, basado en muestras que colectó con el Sr. Manuel Rimachi en 1976. Lamentablemente debido a problemas de salud, no pudo terminar la descripción de esta especie. En este manuscrito llevamos a termino su proyecto, manteniendo el epíteto que él eligió e incluyendo la información recogida de otra colección reciente de Colombia.

Neosprucea rimachii McDaniel ex Alford, Grández, & Vásquez, sp. nov., Fig. 1.

TIPO: PERÚ. Dpto. Loreto, Prov. Maynas, Dtto. Iquitos, Sendero Río Nanay entre Astoria y Río Mazan, bosque primario sobre suelo arcilloso-arenoso, terra firme, 160-200 m, 9 enero 1976 (fr), **S. McDaniel 20402 con M. Rimachi Y.** (Holótipo: AMAZ!; Isótipos: IBE (2)!, MO!, NY!, US!, USM!, WIS!).

Arbor. Folia ovata vel ovato-elliptica, ad basim cordata, margine glanduloso-serrato, dentibus pubescentibus, venatione foliorum actinodroma. Inflorescentia racemosa; sepala 4(-5), oblonga vel lorata, 10-13 mm; petala 4(-5), aurea, oblonga vel lorata, 17-18 mm; calyx et corolla ad maturitatem fructus persistentes; stamina numerosa, antheris linearibus circa 1.1 cm longis; fructus ovoideus, sericeus, circa 1.4 cm diametro. A parte majore ***Neospruceae*** foliis basi cordatis et a ***Neosprucea*** sp. nov. 2 fructibus grandibus sericeis et foliorum forma ovata statim diagnoscenda.

Árbol o arbolito hasta 12 m de alto y 15.1 cm DAP; ramitas remotamente de 3-4 caras, densamente pubescente. **Hojas** alternas, ovadas a ovado-elípticas; lámina (6-)11-20 cm x (4-)7-11 cm, base cordada, ápice acuminado 0.5-3 cm, venas 3-7 desde la base, venación plana en la haz y emergente por el envés, dispersas a densamente pubescente en ámbas caras, en particular densamente pubescente en las venas, borde serrado (1-2 dientes/cm) obtusos con una glándula pilosa en los ápices de los dientes; pecíolo 1-3 cm de largo x 1.5 mm de espesor, densamente pubescente; estípulas caducas. **Inflorescencias** subterminales en racimos laxifloros; raquis hasta 3 cm de largo, brácteas y brácteolas deciduas, pedicelo 1 cm en flores, hasta 3.7 cm en frutos, articulado cerca del medio o abajo; botones florales ovoides densamente amarillos; sépalos y pétalos 4(-5), oblongos a estrechamente elípticos, amarillos, densamente pubescentes en ambas caras excepto la parte media de la cara interna; sépalos 1-1.3 cm x 0.5-0.8 cm; pétalos 1.6-1.8 cm x 0.5-0.6 cm, costulado; disco ausente; estambres numerosos, filamento 6 mm de largo, aplanado glabro, anteras de 11 mm de largo, lineal, hirtulo pubescente, dehiscente por 2 poros apicales, estaminodios no vistos; ovario ampliamente ovado y densamente tomentoso; estilo 12 mm de largo, glabro; estigma mínimamente dilatado y lobulado. **Frutos** inmaduros esferoidales o ampliamente ovados, 1.4 cm de diámetro, densamente tomentoso, seríceo pubescente, acompañado de perianto persistente.

Ecología. En bosque primario y secundario sobre suelo arcilloso-arenoso, florece en noviembre y fructifica en enero, 160-220 m.

Etimología. Se ha conservado el nombre designado por el Dr. McDaniel, en honor al Sr. Manuel Rimachi Y., quien es un prolífico colector de plantas en la Amazónia Peruana.

Material adicional examinado

COLOMBIA. Dpto. Amazonas, Municipio Leticia: Parque Nacional Natural Amacayacu, Quebrada de Agua Pudre, ca. 1.5 km NE de desemboca dura sobre el río Amacayacu, Muestreo Permanente Estratégica del MO, árbol #517, 03º472 S, 70º152 W, 200-220 m, 18 noviembre 1991, **J. Pipoly 16411** (AMAZ!, COL, MO!).

La mayoría de las especies de ***Neosprucea*** tienen hojas con tres venas principales que se extienden hasta el ápice de la hoja (como Melastomataceae), pero esta nueva especie, más una nueva especie de Guayana aún no descrita, tienen hojas con tres venas principales que se extienden solamente dos tercios o menos de la hoja. Estas especies son diferentes también porque tienen dientes pubescentes, la base de la hoja cordata a auriculada, pétalos amarillos, y estambres grandes (más de 5 mm de largo). ***Neosprucea rimachii*** es diferente de la otra nueva especie de Guayana por su fruto grande seríceo y hojas ovadas. La única especie de ***Neosprucea*** que crece con ***N. rimachii*** en los mismos departamentos es ***N. grandiflora*** (Vásquez, 1997; véase foto en Alford, 2003).

Clave para la nueva especie de *Neosprucea*

1. La base de las hojas acorazonada, lobada, o auriculada; la nervadura actinodroma (tres a siete venas principales que se extienden solamente dos tercios o menos de la hoja); pétalos normalmente amarillos 2

1. La base de las hojas redondeada, obtusa, aguda, o atenuada; la nervadura normalmente acródroma (tres venas principales que se extienden hasta el ápice de la hoja); pétalos normalmente blancos o rosados.....otras especies de ***Neosprucea***

2. Ovario glabro, <1 cm de diámetro; hojas de plantas adultas casi enteras y elíptico a ob-elíptico..... ***Neosprucea sp. nov. 2*** (Alford, en prep.)

2. Ovario densamente pubescente con pelos cortos, >1.4 cm de diámetro; hojas de plantas adultas toscamente dentadas y ovadas a ovada-elípticas.....***Neosprucea rimachii*** McDaniel ex Alford, Grández, & Vásquez

Agradecimientos

Los autores desean agradecer cordialmente a Melissa Luckow, Sidney McDaniel, y Fabián Michelangeli por sus comentarios y por mejorar documento en español, a Bobbi Angell por la ilustración exacta y hermosa, a William Dress por su asistencia con la diagnosis latina, a los directores de los herbarios A, BH, BM, CAS, DUKE, F, G, GH,

HUA, L, LY, MA, MICH, MO, NY, y US por los préstamos, y a los directores de AAU, AMAZ, CUZ, FDG, HAO, HUT, IBE, K, MOL, P, QCA, QCNE (incluyendo QAME), USM, y WAG por permitirnos visitar y estudiar sus colecciones. Se agradece también al Instituto Nacional de Recursos Naturales del Perú (N° 14 C/C-2002-INRENA-DGANP y N° 050-2002-INRENA-DGFFS-DCB) por las autorizaciones para estudiar y colectar plantas en Perú. Uno de los autores (MHA) reserva un agradecimiento especial al Programa de Harvey Fellows de la Mustard Seed Foundation por financiar sus investigaciones.

Literatura citada

Alford, M.H. En prep. A taxonomic revision of the genus ***Neosprucea*** (Flacourtiaceae: Prockieae).

Alford, M.H. 2003. Claves para los géneros de Flacourtiaceae de Perú y del Nuevo Mundo. Arnaldoa 10(2): 19-38.

Chase, M.W., S. Zmarzty, M.D. Lledó, K.J. Wurdack, S.M. Swensen, & M.F. Fay. 2002. When in doubt, put it in Flacourtiaceae: a molecular phylogenetic analysis based on plastid rbcL DNA sequences. Kew Bull. 57: 141-181.

Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. New York: Columbia. 1262 pp.

Hutchinson, J. 1967. The Genera of Flowering Plants. Dicotyledones, vol. II. Oxford: Clarendon.

Lemke, D.E. 1988. A synopsis of Flacourtiaceae. Aliso 12: 29-43.

Morawetz, W. 1981. Zur systematischen Stellung der Gattung ***Prockia***: Karyologie und Epidermisskulptur im Vergleich zu ***Flacourtia*** (Flacourtiaceae), ***Grewia*** (Tiliaceae) und verwandten Gattungen. Pl. Syst. Evol. 139: 57-76.

Sleumer, H.O. 1980. Flacourtiaceae. Flora Neotropica 22: 1-499.

Vásquez Martínez, R. 1997. Flórula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú. St. Louis: Missouri Botanical Garden. 1046 pp.

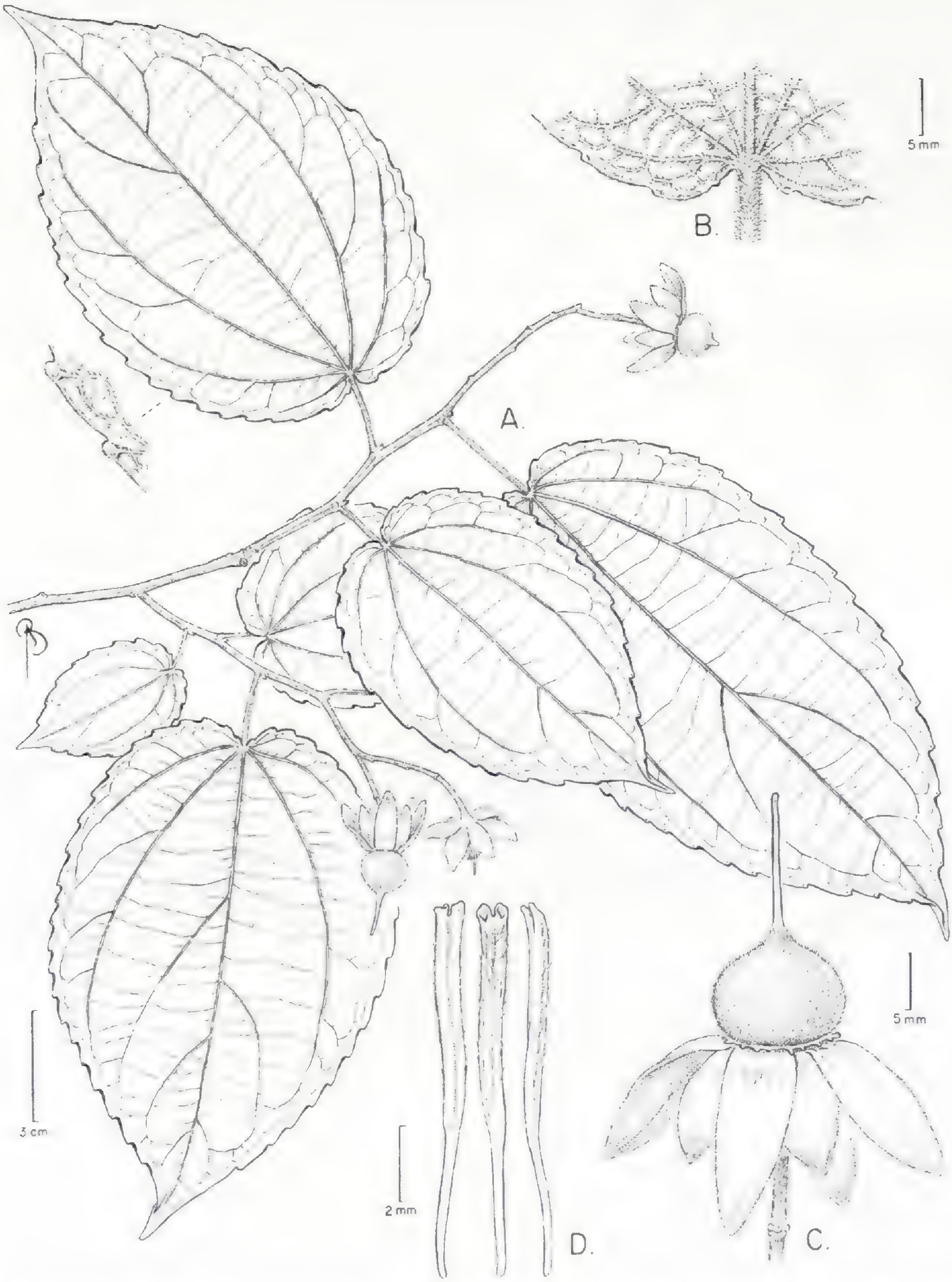


Fig. 1. Ilustración de ***Neosprucea rimachii*** McDaniel ex Alford, Grández, & Vásquez, basada en *S. McDaniel 20402 con M. Rimachi Y. (NY)*. **A.** Rama fructífera y detalle de los dientes de las hojas. **B.** Detalle del pecíolo y el base de la hoja. **C.** Fruto pubescente con perianto persistente, pedicelo articulado abajo. **D.** Detalle de los estambres más exteriores.

Arnaldoa
11(2): 43-66. 2004

Species of the South American *Astragalus garbancillo* (Leguminosae-Papilionoideae) complex

EDITH GÓMEZ-SOSA
Instituto de Botánica Darwinion,
Labardén 22, Casilla 22
San Isidro, Prov. Buenos Aires
ARGENTINA

Abstract

The species ***Astragalus garbancillo*** Cav. grows from Northern Peru and Bolivia to central western Argentina, between 1600-4500 m elevation. This taxonomic study revealed a relationship among ***A. garbancillo*** var. ***mandoni*** (Rusby) Macbride resurrected and lectotypes designated, ***A. pickeringii*** Gray, ***A. romasanus*** Ulbrich, with lectotypes here designated, and ***A. varus*** (Macbride) Gómez-Sosa, nov. com. These four species and a variety are described, illustrated for the first time and differentiated in the included keys. They are South American's species consequently there are a spanish kay enclosed. Ecological characteristics and toxic properties are given, and distribution maps are provided.

Resumen

A. garbancillo Cav. crece desde el N de Perú y Bolivia al centro oeste de Argentina, entre los 1600-4500 m de altura. Este estudio taxonómico establece las relaciones con ***A. garbancillo*** var. ***mandoni*** (Rusby) Macbride, restablecido y lectotipificado, ***A. pickeringii*** Gray, ***A. romasanus*** Ulbrich, con lectotypus designados en esta oportunidad, y ***A. varus*** (Macbride) Gomez-Sosa, nov. com. Estas cuatro especies y una variedad están actualizadamente descriptas, ilustradas y diferenciadas por primera vez e incluídas en una clave. Estas son especies de América del Sur por lo tanto se aporta una Clave de identificación en español. Además se dan caracteristicas ecológicas, propiedades toxicas y mapas de distribución.

Introduction

A. garbancillo was first collected in 1777-1778 by the Spanish botanists Hipólito Ruiz and José Pavón, and by the Frenchman Joseph Dombey. The same species was named ***A. unifultus*** by L'Heritier, and this nomenclatural problem clarified by Gomez-Sosa, (1999 ; 2001).

This species was the first South American ***Astragalus*** to be described. Perhaps the reason was because of interest in to collecting useful plants (Gomez-Sosa, 1999). In the protologue Cavanilles (1791) noted «Haec planta vulgo Garbancillo dicta amento est valde noxia, dicente D. Iosepho Pavon.» ***Astragalus garbancillo*** Cavanilles, is know has several common names in Argentina: garbanzo, garbancillo, yerba loca, hierba loca; likewise in Perú: garbancillo (Soukup, 1970); and in the Quechua idiom: huscja (Weberbauer, 1911), joscka (Yacovleff & Herrera, 1935), q'ira (Franquemont et al, 1990).

There are several ethnobotanical reports from Cusco (Peru) where it grows abundantly, of a harmful plant called garbancillo which produces blindness and death in horses. It has been reported to cause a bad taste in sheep meat and milk (Raimondi, 1857). Furthermore, Tschudi (1846), Herrera (1940), and Burkart (1952) cited this species as very toxic, and to have caused livestock losses.

Williams and Gómez-Sosa (1986) reported that ***A. garbancillo*** possess synthesize nitrogen compounds that hydrolyze to highly toxic 3-nitro-propanol (3-NPOH). Nitrocompounds are particularly toxic because they are rapidly absorbed into the circulatory system.

The group of species treatment under ***A. garbancillo*** complex, have in commun principally the external view and coriaceous consistens of the fruit, in addition to the vegetative general aspect. Consequently, until now in herbariam's collection all this species related, have been wrong named under ***A. garbancillo*** name. This is because before the species here trated haven't a complete description, in special the fruit consideration about the types of invagination.

This paper only have the objetive to give a more complete and clear treatment of this small group of species, without any relationship between different South American group, still in study.

A. garbancillo with the pod erect, coriaceous, subbilocular with incomplete membranaceous septum, is the hallmark of this otherwise widespread species. The apex apiculate keel-petals of ***A. garbancillo*** var. ***mandoni*** are distinctive in its range of dispersal.

Rusby (1893) describe ***A. mandoni*** without fruit and any corrolla's characteristic. After Macbride (1930) published ***A. garbancillo*** var. ***mandoni*** (Rusby) Macbride, without description and material, and then (1943) describe ***A. garbancillo*** with synonymy ***A. mandoni*** and ***A. garbancillo*** var. ***mandoni***. I must be to point out in both treatment, omit the description about the keel petals and the fruit's invagination.

The study on material cited by Rusby: Bang 1022 and Mandon 709 show me the keel with the apex apiculate, the ***A. garbancillo*** var. ***mandoni***'s characteristic, here lectotipified.. This resurrection of the variety is because this difference is the minor importance if we may judge of the variability in ***A. garbancillo***.

In adition to the vegetative general aspect, the others species considerer here to be closely related to ***A. garbancillo*** are: ***A. pickeringii*** Gray, ***A. romasanus*** Ulbrich and ***A. varus*** (Macbride) Gomez-Sosa, nov. comb., endemics of Peru.

Macbride (1930) describe ***A. garbancillo*** var. ***varus***, when he said "further collections may very problably showit to be a distinct species" in relation to ***A. garbancillo***. Jhonston (1938) located ***A. pickeringii*** like sinonyme's species of ***A. garbancillo*** but litterally said "with remarkable characteristics to considere them an diferent species". Later Macbride (1943) cited ***A. garbancillo*** but omit ***A. garbancillo*** var. ***varus***.

A. varus is considerer principally a good species because the complete septum have at apex an apical sinus or loophole, where the seed go out in the maturity during the disemination (see fig.8 M). The special difference with the fruits of the ***A. pickeringii*** and ***A. romasanus*** is that at the maturity the membranaceum septum open along the suture. Besides as distinguished from leaflets and corolla characteristics according the Key and general description for both species.

The present description to this species have been enclosed new characteristics for the best taxonomic identification. The information from the material collected was included complete in the list of the specimens examined.

For ***Astragalus garbancillo*** Cavanilles, Macbride (1943) considered as synonyms the formerly separate taxa ***A. unifultus***, ***A. mandoni*** Rusby and ***A. garbancillo*** var. ***mandoni*** (Rusby) Macbride. Moreover Johnston (1947), included in the synonymy ***A. benthamianus*** Gillies *and* ***A. minor*** Clos. The re-evaluation of the ***A. garbancillo*** var. ***mandoni*** resulted in resurrection of the variety. Other Peruvian species considered here to be closely related to ***A. garbancillo*** are ***A. peckeringii***, ***A. romasanus*** Ulbrich, and ***A. varus*** (Macbride) Gómez-Sosa, nov.comb.

The confused taxonomic treatment and the important toxic characteristics are the reasons I studied this problem for several years. This study was based on European and American herbarium collections and field studies from Peru to Argentina.

Key to the ***Astragalus garbancillo*** and related species

1a. Erect herbs with stems to 0.70(-1) m high. Legume gently incurved, truncate at base, inflexed below middle of pod, subbilocular, incomplete membranaceous septum.

2a. Keel at apex obtuse.

A. garbancillo var. ***garbancillo***

2b. Keel at apex apiculate

A. garbancillo var. ***mandoni***

1b. Decumbens herbs with incurved-ascending stems, ca. 0.20 m hight. Legume straight, obtuse at base, bilocular with complete membranaceus septum until placentar suture.

3 a. Leaflets abaxial side pubescent and adaxial glabrous. Flowers with wings obtuse at apex. Legume contracted at apex, sericeous.

4 a. Flowers violet to light blue with banner emarginate not acuminate. Legume with complete septum without sinus.

A. romasanus

4 b. Flowers whitish with banner emarginate and short acuminate. Legume with complete septum with apical sinus.

A. varus

3 b. Leaflets with bouth side pubescent. Flowers with wings retuse at apex. Legume obtuse at apex, woolly pubescens .

A. pickeringii

Clave para ***Astragalus garbancillo*** y especies relacionadas

1 a. Hierbas erectas. Tallos de 0.70 (-1) m alt. Legumbre suavemente incurva, base truncada, subbilocular por sutura dorsal invaginada seguida por un falso semitabique membranoso que divide el lóculo en forma parcial..

2 a. Quilla obtusa.

A. garbancillo var. ***garbancillo***

2 b. Quilla apiculada.

A. garbancillo var. ***mandoni***

1 b. Hierbas decumbentes. Tallos de ca. 0.20 m alt. Legumbre recta, base obtusa, bilocular por sutura dorsal invaginada, seguida de un falso tabique membranoso que divide completamente el lóculo en 2.

3 a. Folíolos con superficie abaxial pubescente y adaxial glabra. Flores con alas de ápice obtuso. Legumbre apiculada hacia el ápice, serícea.

4 a. Flores violaceas a celestes con estandarte emarginado, sin apículo. Le-

gumbre con falso tabique completo sin abertura apical.

A. romasanus

4 b. Flores blanquecinas con estandarte emarginado, con apículo. Legumbre con falso tabique completo con abertura apical.

A. varus

3 b. Folíolos con ambas superficies pubescentes. Flores con alas de ápice retuso. Legumbre obtusa hacia el ápice, lanoso-pubescente.

A. pickeringii

Astragalus garbancillo Cavanilles, Icon 1: 59, t.85. Dec. 1791 (LECTOTYPE designated by Gomez-Sosa, 1999) (Fig. 1)

A. unifultus L'Heritier, Stirp. Nov. 168. 1791.

A. benthamianus Gillies, Hook. & Arn., Bot. Misc. 3: 187. 1832. TYPE: ARGENTINA. Mendoza, El Alto de los Manantiales, *Gillies s.n.* (HOLOTYPE: K, ISOTYPES: GH).

A. minor Clos, Gay, Fl. Chile 2 107-1846. Chile."Probably locality mistaken (Johnston, 1947). (HOLOTYPE: P).

Herbs or subshrub; stems ca. 0.70 (-1) m x 1-2.5 cm, villose-sericeous to glabrescent; stipules pubescent 1.5 cm, amplexicaulous and connate through more than half their length into a shortly bidentate sheath; **leaves** ca. 7 cm, including petiole ca. 1.5 cm; leaflets 27-31, short petiolate, articulate, opposite, elliptic to subcircular, obtuse to slightly retuse, sometimes minutely mucronate, ca. 0.7 x 0.4 cm, lanate to glabrous; peduncles 4-5 cm shorter than leaves; **racemes** 7-10- flowered; white bracts 4-6 mm; pedicels 0.5-1 mm; bracteoles 0; calyx ca. 5.5 mm, brown to black incanus lanose-villose, the campanulate tube ca. 3 mm, the subulate teeth subequal in length, ca. 2.5 mm; **petals** violet-light blue to white; banner recurved ca. 40°, ovate-emarginate, ca. 1.5 x 0.7 cm; wings elliptic, ca. 1.3 x 0.3 cm; keel ca.1.1 cm, apex obtuse; ovary villose; style glabrous, the stigma capitate; ovules 6; pod (0.7-)1 x 0.3-4.5 cm, erect, stipitate or subsessile, the stipe up to 1.5 mm, coriaceous, in profile oblong, truncate at base, contracted at apex into triangular-acuminate beak, ca. 1 mm, subbilocular, keeled ventrally at the suture, narrowly sulcate dorsally, the lateral faces flat or low-concave, canescently pubescent; the valves are inflexed below middle of pod, with a membranaceous septum to 1 mm wide, incomplete and emarginate in the beak; when ripe disarticulating from the receptacle, the androecium remaining, dehiscence apical; **seeds** 4(-6), reniform, 2 - 3 x 2.5 - 3 mm, the smooth testa pale brown, unmottled.

Selected specimens examined. PERU. Without locality, 1839-1840, *Gay 1217* (NY ex P).

AMAZONAS, Prov. Chachapoyas, Atuén (Chuquibamba), 3800 m, 18 Jul. 1995 (fl,fr), *Quipuscoa S. & Bardales 159* (SI).

ANCASH, from Catac to Laguna Kerococha, 17 March 1983, *Tovar 9544* (UMS); Prov. Bolognesi, Racrachacra (Caserío de Aquia) 3300-3600 m, May 1950, *Cerrate, E. 713* (SI); Pampa de Lampas, Chiquian, 4160 m, 2 May 1952, *Cerrate, E. 1474* (SI); Co. Murquish, Ticlos, 3700 m, 26 May 1962, *Cerrate, E.* 3985 (SI); Prov. Carhuáz, Parque Nac. Huascarán, Cord. Blanca, Valle of the Río Marcara, road to Vicos 5 km above achancos on hill called Chopi Jirca, altitude 2875 m, common up to 3800 m, 14 March 1964, *Hutchinson 4387* (GH,K);Betwwen Usacocha and Carhua Catac, *Hutchinson 4396* (UMS) . Prov. Corongo, Ocshamarca, 3400 m, 25 Aug. 1990,*Lezama 066* (HAO). Prov. Huaylas, cerro Cunka and Auquispuquio,320-3900 m, 6 April 1986, *Smith, D.* 11910 (NY).

AYACUCHO, Prov. Lucanas, along road Puquio to Lucanas,3200m, 3 Apr.1942, *Matcalfe 30324* (GH). Prov Lucanas, up to Puquio, 3300-3400 m, 20 March 1949, *Ferreyra, R. 5505* (SI).

CAJAMARCA, Bambamarca road, 78°34'W, 7°05'S, 2900-3400 m,17 Febr. 1983(fl,fr), *D.N.Smith & R.Vazquez M. 3434*(MO, SI). Cajamarca to Pacasmayo, 3140 m, 27 May 1994 (fl,fr), *Gomez-Sosa 455, with S. Leiva, M. Cavanillas, & I. Sánchez Vega* (SI). Cajamarca to Combayo, 3170 m, 1 June 1994 (fl,fr) *Gomez-Sosa 459 with S. Leiva & I. Sánchez Vega*. Prov. Celendín, Challuayaco, E paso Cumullca, 3550 m, 12 May 1984(fl), *Sanchez Vega & Cabanillas 3476* (HAO). Chumbivicas, Tuntuma ca. 5 km from Velille, road Colquemarca to Tuntuma, 3750 m, 17 Apr. 1987, *Percy Nuñez et al.* 7959 (MO).

CUSCO, Huayoccari to Yanacocha, Urubamba, NW Cusco, 14 February 1987,*Percy Nuñez & Galiano 7008* (SI); Urubamba, 112 km from Cusco, Machupichu and Camino del Inca, 16 March 1988, *Percy Nuñez & F. Luna 8856* (SI); Sacsacancha, San Jeronimo, 4220-4400 m, 6 January 1950 (fl), *Proaño S. s.n.* (USM). Prov. Cusco, Oct. 1839 - Feb. 1940, *Gay s.n.* (GH,ex P); 3300-3400 m, 8 May 1925, *Pennell 14199* (GH). Sacsahuaman, ca. 3550 m, 5 June 1994 (fl,fr), *Gomez-Sosa 480 & Molle A.*(SI); 3400-3500 m,14 November 1955, *Cerrate, E. 2398* (SI);14 November 1945, *Ferreyra, R. 17108* (SI).

HUANCAVELICA, Prov. Huancavelica, Caullapa 4 km W from Conaica,400-4050 m, 18 March 1951, *Tovar, O. 228* (USM).

JUNIN, Prov. Pasco, vicinity of Oroya, 14 Jul 1914(fr), *J.Rose 18692* (NY); Puna between La Oroya and Tarma, 24 km W of Tarma, 3800 m, 11°27'S,75°45'W, 29 Jan.1983(fl), *Gentry et al.* 39754 (MO); Cumbre de Co. Capillacocha, 4300-1400 m, 8 January 1949 (fl), *Ferreyra, R. 5185* (USM); between Oroya and Junin, 4100-4200 m, 10 January 1949 (fl), *Ferreyra R. 5264* (USM); Prurúm, 4300 m, 6 June 1948, *P. Aguilar s.n.* (USM) route to Tarma, 13.500 feet, 6 Nov. 1975 (fl), *C. Davidson 3363* (NY).

Prov. Tarma, between Tarma and Oroya, 4300-4400 m, 28 December 1976, *Ferreyra, R.* 18764.

LA LIBERTAD, Prov. Bolivar, Colpacucho (Lomgotea-Unamen), 3550 m, 28 September 1989, *Sagátegui A. 14200* (NY);

Prov. Santiago de Chuco, Casahuara road of Huaygorra Valley, 3700m, 30 Nov. 1936 (fl,fr), *J. West 8164* GH);Santiago-Shoreyo road, 11 km from Santiago, 78° 14' W, 8° O9'S, 3620 m, 26 Aug. 1982 (fl,fr), *D. Smith 2318* (MO); Prov. Otuzco, 3350 m, 28 March 1991 (fl),*Sagástegui A. 14414* (HAO, NY); Cerro Ragache (Salpo), 3500 m, 23 May 1984, *Sagastegui A. et al. 11640* (NY); Prov. Pataz, Tayabamba-Huancaspata, 3400 m, 25 Jun.1974(fr), *López M. & Sagástegui A. 8216* (NY).

LIMA, Río Blanco, 3000-3500 m, 15-17 April 1929, *Killip & Smith 21719* (MA 259933).

PUNO, Prov. Huancaré, Moho, 3900 m, 3 March 1948, *P. Aguilar 368* (USM); environs Puno, Puna 3900 m, 7 February 1948 (fl, fr), *P. Aguilar 005* (SI, USM 15049).

Selected Specimens examined BOLIVIA

BOLIVIA. Región Andina, 3800 m, 12 April 1919, *Buchtien 553* (NY).

LA PAZ, Prov. Aroma, Uiscachani, 3900 m, side of road, 13 December 1972, *R.Lara Rico 1017* (LPB); Prov. Camacho, Cantón Ambana, from Ambana to Llojillata, 300-3400 m, 19 December 1980, *Beck 4127* (NY); Prov. Loaiza, 75 km south of La Paz and 18 km to Sapahuaqui, *4150 m,* 18 January 1981, *Beck* 6026 (SI). Prov. Ingavi, Huacullani, ca. Cumbre Lomas de Resapata, 4000 m, 7 February 1979, *Beck 283* (SI); Hacienda Lacaya, ca. 20 km NW of Tambillo, ca. Titicaca, 3850-3900 m, 18 January 1984, *Gentry, Solomon & Zardini 44354* (SI); Prov. Murillo. Vic. La Paz, in ravine, 4000 m, 26 Jan. 907, *Buchtien 63* (K); 3800 m, 12 Apr. 1919 (fl,fr); Achachicala route Richtung Chacaltaya, 3900 m, 11 May 1980(fl,fr), *Feverer 4176d* (NY); Puna. 16°26' S 68°08'W, 4100 m, 28 Febr. 1987 (fl,fr), *Solomon 16224* (MO,NY,SI). Quebrada Kolkha Khana to Estancia, 3700-4350 m, 2 May 1988, *Lewis, Marko 88580* (SI); Prov. Omasuyos, Jankho Amaya, route Huarina to Tiquina, 3820m, 25 Apr. 1980(fl,fr), *T. Feuerer 4094 a* (NY).17 km NE of Tiquina, shores of Lago Titicaca, 16°10'S,68°48'W, 3850 m, 3 Aug. 1981 (fr), *Solomon 5901* (MO,SI). Near Titicaca, 4192 m, 28 August 1901, *Williams, R.S. 2405*(NY); Isla del Sol, Lago Titicaca, 3840 m, March 1910 (fl,fr), *Buchtien 2871* (NY). Near Sirapaca,3880 m, 6 March 1982 (fl,fr), *Fernandez Casas & Molero* 6458 (NY). Hills on south side at Calacoto, 6°32'S,68°05'W, 3300-3600 m, 20 Jan. 1982 (fl), *Solomon 6737* (MO,SI). Prov. Manco Kapac, Co. Kantukkollu, 4030m, 2 May 1985 (fr), *T. Feuerer 22966 a* (NY).

POTOSÍ, Prov. Pasco, Uyuni, 3700 m, 24 March 1921, *Asplund 3092* (GH), Calderillo, 6 Jan. 1904, *Fiebrig 2469* (GH).

ORURO. Prov. Cercado, 8 km to Cochabamba,3850 m, 22

April 1989, *Beck, Rugolo & Gomez-Sosa 18000* (SI); from Paria and Oruro to Caracollo, 3750 m, 13 February 1987, *Nee & Solomon 34117* (NY,MO).

Selected Specimens examined ARGENTINA

CATAMARCA: Depto. Andalgalá, El Candado,5 Feb. 1917, *Joergensen 1125* (GH,BAB). Depto. Belén, Nacimiento de San Antonio, 2800 m, 23 Febr. 1981 (fl), *Cabrera et al. 32441* (SI); Sa. Culampajao, 2750 m, *Peirano s.n.* (GH,LILL 68653), Sa. Belén to El Tolar, 3000m, 1 Mar. 1939, *Schreiter 58535* (GH,SI). Depto. Poman, December 1909 (fl), *P. L. Spegazzini s.n.* (BAB 29104). Depto. Santa María, Feb. 1925, *Venturi 6689* (GH). Depto. Tinogasta, Quebrada de la Troya 2500 m, 24 Febrary 1950 (fl,fr), *J. Hunziker & O. Caso 4058* (BAB).

JUJUY: Depto. Susques, 23°24'31 S 66°30'24" W, 3900 m, 16 Mar 1994 (fl.fr), *Mulgura et al. 1259* (MO,SI); Dept. Cochinoca, Abra Pampa, 3400 m, 19 Febr. 1929 (fl), *Venturi 9377* (GH,SI); 10 km south of INTA station, 23 February 1966, *Ledingham & Cabezas 4510* (MO); Cuesta Azul Pampa 3850 m, 21 Febrary 1959, *Diers, L. 128* (SI); Cochinoca, 1 Feb. 1943, *Cabezas, V. s.n.(*SI); Depto. Humahuaca, Esquinas Blancas, 20 January 1976, *Cabrera et al. 27429* (SI); Humahuaca to Palca de Aparzo, 3900 m, 23° 12' S 65°13'W, 16 Feb.1997 (fl,fr), *Zuloaga et al. 5930* (SI); Sa. del Aguila,3700 m, 29 March 1929, *Venturi 8776* (GH,SI). Mina Aguilar, 4000 m,12 Jan.1948 (FL), *Cabrera 9173* (BAB); 7 Jan. 1950 (fl), *Schwabe 420* (BAB); Tres Cruces, December 1900-February 1901, Claren 11317 (BAF); 3840 m, 23 Jan. 1982(fl,fr*), W. Anderson 12347* (NY); 3700 m, 20 February 1959, *Fabris et al. 1774* (SI); Depto. Tilcara, Yala de Monte Carmelo, 2900 m, 12-21 Jan. 1966 (fl) *Fabris 6415* (LP,NY); Depto. Tumbaya, bajada de Lipán, 3700 m, 15 Febr. 1980 (fl,fr), *Cabrera et al.31.658* (SI); Depto. Valle Grande, Caspala, 3000 m, 25 December 1962 (fl),*Fabris 3610* (BAB). Depto. Yavi, La Quiaca, 24 Jan.1940 (fl), *Meyer s.n. LIL 31536* (GH,LIL); Dpto. Valle Grande, slopes of Cerro Amarillo, near 3000 m, 2 Jan. 1978 (fl) *Kiesling & Ulibarri 1577* (SI).

LA RIOJA. Sa. de Famatina, Alto Blanco, 20 Jan. 1928, *Castellanos s.n.* (BA 28/189,GH); Quebrada de La Cumbre, 3500 m, 3 Apr. 1949 (fl-fr), *A. Krapovickas 6252* (BAB); Depto. Lamadrid, Puesto El Tebo, between Jagüel and El Leoncito,2950 m, Jan. 24, 1949, (fl,fr); *A. Krapovickas & J.J.Hunziker 5549* (BAB).

MENDOZA. Depto. Las Heras, Portezuelo de Las Chilcas, 13 Dec. 1936, *Semper s.n.*(GH,LILL 4261); Casa de Piedra y Co Pelado, 2000 -2300 m, 19 December 1954, *Ruiz Leal 16474* (SI).

SALTA: Depto. Cachi, Descent from Piedra del Molino, ca.2800 m, 10 November 1978, *Renvoize 3415* (B); Cachipampa, 3135 m, 3 December 1960, *Ruiz Leal 21286* (IADIZA); 20 March 1982, *Varela 179* (SI, SALTA); Depto. Cafayate, La Laguna, 3900 m, 17 Jan. 1914, *Rodriguez 1354* (GH,BAB). Dept. Iruya, 22 Apr. 1989 (fl,fr), *Kiesling 7062* (SI). Depto. La Poma, 31 km E of Susques along 40 route, 23°25'53» S 66° 09' 54» W, 3440 m, 15 Mar. 1994, *Taylor et al. 11228* (MO-SI); Depto. Rosario de Lerma, Route 51, 3200 m, 1 Dec. 1986 (fl), *Novara & Charpin 5707* (SI, G); Campo Quijano, 1600 m, 17 Jan. 1929, *Venturi 8099* (GH); Puesto Tastil, 2800 m, 26 Jan. 1929, *Venturi 8165* (GH,SI); Depto. San Antonio de Los Cobres, slope Altos Chorrillos, 4000 m, 30 January 1944, *Cabrera 8300* (SI).

SAN JUAN. Depto. Angaco, Sa. Pie de Palo, 3000-3150 m, 23 Nov. 1984 (fl), *Kiesling 4775* (SI), to Mogote de Los Corralitos, 3350 m, 20 January 1981, *Kiesling 3105* (SI); Depto. Calingasta, Sa. del Tontal, 3500-3700 m, 22 January 1987, *Kiesling & Miglioli 6551* (SI); Depto. Iglesias, Cuesta de Las Casitas, 2300 m, 6 mar. 1937 (fl,fr), *R. Spegazzini 250* (BAB); Depto. Sarmiento, Rio Santa Rosa, 5 km from Rio de Los Leones, 24 January 1986, *Guaglianone et al. 1493* (SI); Depto. Zonda, Ea. Maradona, Agua Pinto, 9 February 1986, *Kiesling, Bacigalupo & Gomez-Sosa* 6057 (SI).

TUCUMÁN. Depto. Chicligasta, Estancia La Pavas, 3300 m, 2 December 1926 (fl), Venturi 4661 (BAB); Depto. Tafí del Valle, road to Amaicha, 1 Febr. 1947 (fl), *Schulz 6647* (SI). *Burkart 5392, 5394* (GH,SI); Cuesta de Los Cardones, near Amaicha, 2800 m, 30 January 1933, *Burkart 5382* (SI); ravine of Chorro, 3 400 m, Apr. 1926, *Venturi 4267* (GH,BAB); Cerro Muñoz, Ciénaga Grande, 22 Feb. 1905, *Lillo 4174* (GH,LILL 55295); La Ciénaga, without date, L*orentz & Hieronymus 694* (SI).

Distribution, ecology, and phenology

(Fig.2 and 4).- Grows in the Andean region of Peru (Brako & Zarucchi, 1993), Bolivia (Pestalozzi, 1998), and Argentina (Johnston, 1947; Gomez-Sosa, 1994; 2000;) between 1600-4500 m elev. Flowering from November to April (Argentina), from January to December (Peru, Bolivia), and in fruit mainly during January to April (Argentina), and February to November (Peru, Bolivia).

A. garbancillo is know from collections made in Peru and Bolivia andis cited in many bibliographic references. It grows abundantly between 3500-4500 m, generally in grass steppe with isolated shrubs. Weberbauer (1945) cited localities from the Andean west slopes of central Perú, along the Pativilca river, in the Cusco valley along the Huatanay and Urubamba rivers, between 3500 to 3700 m, and in the Peruvian Andean central and southern Puna, between 3800 to 4000 m. The **A. *garbancillo*** grows in disturbed areas near human establishment and even in dung piles lett by llamas (*camelidos*) in overnight rest area. In the southwestern Andean mountains it occurs principally in the valley of

Titicaca Lake (Bolivia). For the Northwest of Argentina there are collections from the Provinces of Jujuy to Mendoza (Gomez-Sosa, 1999), especially in arid lands.

A. minor Clos, has been (Johnston, 1947) and is also considered here a species synonymous to ***A. garbancillo***. The study of the type at Paris in floral phase, with the label only gives «Chile» as the locality, confirm that the whole aspect of the plant is that form of the species found in southern Peru, a region where C. Gay is known to have collected. Until now *A. garbancillo* has not been collected from Chile.

Astragalus garbancillo Cav. var. ***mandoni*** (Rusby) Macbride, Field Mus. Pub. Bot. 8: 100. 1930. (Figs. 1 S-T and 4)

A. mandoni Rusby, Mem. Torr. Club 3: 19. 1893. BOLIVIA. Mt. Tunari, near snow line, *Bang 1022*. 1891 (LECTOTYPE here designated: NY; ISOLECTOTYPES: BM, K).

In all resembling ***A. garbancillo*** var. ***garbancillo*** except for the apiculatus keel beak, as cited in the key above. Rusby cited two specimen, Bang 1022 without fruit and Mandon 709 with fruit, and no included fruit in his description or designation of a type, with the. necessary lectotypication here.

Distribution and ecology

A. garbancillo var. ***mandoni*** occurs in Peru and Bolivia, in the same area of ***A. garbancillo*** var. ***garbancillo.***

Additional selected specimens examined

PERU. Depto. Ancash, Prov. Bolognesi, hills W of Chieuián, 3880 m, 15 April 1949(fl,fr), *E. Cerrate 225* (UMS, SI).

BOLIVIA. Vicinis Sorata, 2690 m, *Mandon 709* (BM,G,GH,K,NY,P).

A. pickeringii Gray, Bot. U. S. Explor. Exped. 1: 415. 1854. (Fig.3)

PERU. Casa Cancha to Culnai, United States Exploring Expedition, Capt. *Wilkes 864*, 1838-1842. (HOLOTYPE: US; ISOTYPES: GH, K, P).

A. pickeringii var. ***serpens*** Ball, Jour. Linn. Soc. London 22: 36. 1885.

PERU. Ex regione superiori Andinum Peruviae, supra Casapalta, 4.000-4.300 m s.m., April 22, *J. Ball s.n.*, 1882 (HOLOTYPE: K; ISOTYPE G, GH).

Herbs with decumbent stems, ca.0.20 m high; at apex internodes closed, with the stipules amplexicaulous, connate throughout >1/2 of their length, sheath shortly bidentate, membranous, sericeous, ciliate, 6-8 mm, closely imbricate on the upper stems; leaflets 17-23, short petiolate, articulate on little surface, opposite to subopposite, oblong to obovate, 4.5-5.0 x 2.0-2.5 mm, obtuse to retuse, base cuneate, sericeous on both sides. Peduncles (5)-7-15 mm; bracteoles 0; calyx 10-11 mm villose-woolly pubescent, tube campanulate, 6-7 mm, subulate-triangular teeth, 3-4 mm; petals light blue to violet; banner moderately recurved, obovate, emarginate, with short acuminate apex, (11) 14-16 x 6-7(9) mm; wings (11) 13-15 x 2.5-3.5 mm, rectangular retuse blade with claws ca. 7 mm; keel obtuse at apex, 9-11 mm; ovules 2-5. Legume ellipsoid, obtuse at base and apex, the stipe concealed in the hypanthial cup, disjointing from the receptacle, when mature, ca. 9 x 4.5 mm, woolly pubescent, dorsiventrally compressed, valves warped laterally, inflected below middle of pod, with complete septum, ripening upon ground; dehiscence unknown; seed ca.2-4.

Distribution and ecology

(Fig.4): ***A. pickeringii*** is endemic to Peru, Deptos. Junín, Lima and Huanuco, in gravelly slopes between 4400-4500 m, in Puna between 3750-4500 m in valleys and mountains on Jurassic limestone (Grant 7534 and 7560). Sometimes associated with ***Azorella caespitosa, Distichia muscoides***, and ***Chuquiraga oppositifolia*** (Davison 9009).

Additional specimens examined: PERU. Without locality, 27 December 1878, *M. Martinet 476* (P). **Depto. Huanuco**. Chasqui near Mito, 10 Apr. 1923, *Macbride 3295* (FM); high plains near Junin, 3900 m, 1924, *Mackenzie A. s.n.(*FM).

JUNIN, Prov. Tarma-Jauja road, 26 km from Tarma, 75° 37´W 11°34'S, 3960 m , 10 Jan. 1984 (fl), *D.N. Smith 5704* (MO). Along road to Yauli off Lima. La Oroya, highway ca. 3 km from Yauli, elev. 4100 - 4260 m., 27 Jul. 1977 (fl,fr), *T. Duncan 2655* (MO, NY); *Riccio & La Rosa 614*, 25 June 1966 (NY). Prov. Yaulí, Morococha, gravelly slope, 4400-4500 m elev., 9 June 1940 (fl,fr*), Asplund 11519* (US); Route 20 A trans-Andean highway from Lima to La Oroya, km 125 E of Casapalca, 4340 m. Vegetation of ***Azorella caespitosa***, ***Distichia muscoides***, ***Chuquiraga oppositifolia***, 11 Nov. 1979, *Davison 9009* (NY). Pacha, near Oroya, 4100 m, 5 May 1948 (fl,fr*), P. Aguilar s.n.*(SI,USM). Highway La Oroya-Tingo María, 25,3 km, Puna, 3750 m., 3 Mar. 1977, *Boeke 1076* (NY). Between Tarma and Jauja, 4500 m., Puna, 27 May 1929 (fl, fr), *Killip & Smith 23370* (NY, US). Near Oroya, year 1918, *Kalenborn 133* (G, NY, US). Slopes and bottom of the road of Quebrada de Jaluli, Hacienda Casa Blanca, ca. 18 km SSE of Tarma, 4000 m., 27 Dec. 1962 (fl) *Iltis et al.* 110 a (NY); Without locality, 27

Décember 1878, *M. Martinet 476* (P). Copracancha Valley NW of Co. de Pasco, Common in slopes. Forming clumps. Flowers violet, nights freezing, open pampa with grass slopes vegetation. elev. about 4260 m, valley running North-S, glacial Jurassic limestone", 26 Apr. 1942, *V. Grant 7534* (GH). Environs of Morococha, Pampa, 4420-4870 m Valleys and mountains on Jurassic limestone", 1 May 1942, *Grant 7560* (GH).

LIMA, Río Blanco, 4500 m, 8-19 May 1922 (fl), *Macbride & Featherstone 776* (FM); Shelby, 4050 m, 8 June 1922 (fl,fr), *Macbride & Featherstone 1090* (FM). Prov. Huarochiri, Carretera Central near Casapalca,»Dry, high elevation grassland (Puna),» 3900 m, 10 May 1984 (fl), *D. N. Smith et al. 6975* (MO,SI)

A. romasanus Ulbrich, Bot. Jahrb. 37: 421. 1906. (Fig.7)

TYPE: PERU. Prov. Cajatambos, Depto. Ancash. Encima de Pampa Roma, en el camino de Samanco a Caráz, 3400-3500 m, 30 May 1903 *Weberbauer 3209* (HOLOTYPE: B, destroyed; LECTOTYPE, here designated: *A. Weberbauer 3209* MOL; ISOTYPE: FM).

Decumbent, villous-pubescent herb, ca. 20 cm high and ca. 0.5 m diameter; stems with short internodes enclosed with amplexicaulous stipules, 4-5 mm long, connate through >3/4 of their length, sheath shortly bidentate, membranous, villous-pubescent to glabrescent, ciliate, 4-5 mm; leaves persistent; leaflets ca. 27, short-petiolulate, with glandular trichomes around the insertion area, elliptic, ca. 3.5 x 1.5 mm, apex obtuse minutely mucronate, base cuneate, adaxial glabrous, abaxial pubescent, conduplicate. Peduncles 1.3-2.3 cm long, erect, shorter than leaves; racemes congested 5-7- flowered; bracts triangular, pubescent, ciliolate, 4-5 mm long; pedicels ca. 1 mm long, ascending; calyx ca.6.5 mm, villose, tube campanulate, 4 mm, teeth subulate, 2.5 mm; petals ochroleucous; banner slightly recurved, elliptic to ovate, emarginate ca. 15 x 6 mm; wings ca. 14 x 2.5 mm, with rectangulate obtuse blades, the claw ca. 7 mm; keel ca. 11 mm, claws ca. 6.5 mm; ovary pubescent, stipitate, stipe ca. 1,5 mm, stigma capitate; ca. 6 ovules. Legume bilocular, ellipsoid, base and apex obtuse short cuspidate, ca. 11 x 3.5 mm, laterally compressed, sericeous pubescent, inflexed below middle of pod, with complete septum; seeds 6-8, reniform, pale, mottled.

Representative specimens examined

PERU. **Depto. Puno**, May 1963 (fl,fr). *A. Vera V. 037* (SI). Depto. La Libertad, Prov. Trujillo, La Taza, 2200 m, 26 July 1953 (fl,fr), *H. de Cevasco s.n.* (SI).

Distribution and ecology

(Fig. 6). Weberbauer (1945) cited localities of ***A. romasanus*** from the western slope of Central Andean Peru, in steppe level of grassland with dispersed shrubs, 3700 m, untiln Nepeña Valley, on the route through Cordillera Negra, Cajabamba and Pampa Romás town.

A. varus (Macbride) Gómez-Sosa, nov. comb. and status (Fig. 8 and 10).

A. garbancillo var. ***varus*** Macbride, Field Mus. Publ. Bot. 8: 99. 1930. TYPE: PERÚ. Station, 30 miles E of Huaráz, Poma Bamba, 4 Oct.1922, *Macbride & Featherstone 2499*. About 4260 m. on dry stone slopes. Flowers whitish. (HOLOTYPE: FM).

Herbs glabrescent to glabrous. Stems decumbent, generally reddish, the internodes ca. 1 cm long, stipules membranous, glabrescent, 9-11 mm long, amplexicaulous and connate through more than half their length into a bidentate sheath, with triangular-subulate teeth 2-2.5 mm, pauci-ciliate; leaves ca. 7 cm long, petiole ca. 3.5-4 cm long.; leaflets 17-23, alternate to subalternate, shortly petiolulate with glandular trichomes around the insertion area, outlines oblong-ovate to lanceolate, shortly acuminate, glabrous adaxil, villose abaxial. Peduncles 1-1.5 cm long, recurved in fruit; racemes 5-7 flowered; bracts triangular-subulate, persistent; bracteoles filiform 1.5 mm; calyx ca. 8 mm long, black-subvillous, tube campanulate, ca. 5 mm, subulate teeth ca. 3 mm; petals whitish, banner moderately recurved, elliptic to ovate, emarginate short acuminate, ca. 13 x 6 mm; wings ca. 10 x 3 mm, blades rectangular, apex obtuse; keel ca. 9.5 mm, sometimes light blue; ovary pubescent, gynophore 1-1.5 mm, stigma capitate; ovules ca. 6. Legume reddish to black at maturity, elliptic, 5-7 x 3.5-4 mm, the stipe concealed in the hypanthial cup, disjointing from the receptacle when mature, obtuse at base, contracted at apex into 1-1.5 mm cusp, pubescent, complete membranaceous septum with apical sinus; dehiscence apical through the gaping beak; seeds ca. 4, 4.5 x 3 mm, reniform, smooth testa, brown, unmottled.

Additional specimens examined: PERÚ.

ANCASH, Conococha, 4100 m, top of divide on Pativilca-Huaraz road, 11 Jul. 1982 (fl, fr), *Gentry et al 37466* (MO). Prov. Bolognesi, cerros al W de Chiquián, 3880 m. 15 Apr. 1949 (fl), *R. Ferreyra 5774* (USM, SI); Hill Murquish, Ticllos, 3700 m, 25 May 1962 (fl, fr), *E. Cerrate 3985* (UMS, SI); Valle del Río Fortaleza, 2100-2300 m. 28 June 1966 (fl, fr), *R.Ferreyra 16877* (USM, SI); Pariarracra, Pampa de Lampas, Chiquián, 4160 m. 2 May 1952 (fl,fr), *E. Cerrate 1474* (UMS,SI); Prov. Cajatambos. Encima de Pampa Roma, en el camino de Samanco a Caráz, 3400-3500 m Prov. Huaraz,

Pitec, Quilcayhuanca, 3680 m. 1 June 1994 (fl,fr), *Gomez-Sosa & Carrillo Fuente. 474* (SI, USM). Prov. Recuy, Huascarán Natinal Park, from Carpa to nevado Pasto-Ruri, 77°18' W 9° 6' S, 4130 m., 2 June 1994 (fl, fr), *Gomez-Sosa & Carrillo F. 478* (SI,USM); 4020 m., *Gomez-Sosa & Carrillo F. 479* (SI, USM).

AYACUCHO. 36 km E of Puquio, 4030 m, rocky puna, 22 Jun. 1978 (fl, fr), *Gentry et al. 23289* (MO).

CAJAMARCA. Prov. Cajamarca. J.C. Mariátegui, 20-40 km on Sunchubamba-San Juan road. 3300-4000 m., 5 Jun. 1984, *D. N. Smith & I. Sánchez-Vega 7561* (MO-SI).

JUNIN. Prov. Tarma, 12 Apr. 1963 (fl- fr), *C. Acleto 689* (USM, SI).

Distribution and ecology

(Fig. 6 and 9).- ***A. varus*** is endemic to Peru, collected from Deptos. Ancash, Ayacucho, Cajamarca and Junin; grows on dry stone slopes and sand soils. Jalca with small patches of Ceja de Selva in rocky areas between 3300-4000 m Observed in revil of Quilcayhuanca, Province of Huaráz, on side of the road and near irrigation ditches. Abundant.

Acknowledgments

I am grateful to the keepers of the herbaria for access to collections and libraries and to the following persons for their generous help during my field collection in Peru: Michael Dillon, Segundo Leiva, Emma Cerrate, Ramón Ferreyra, Efrain Molle Apaza, Alfredo Tupayachi, Abundio Sagastegui Alva, and Elida Carrillo Fuentes. My special thanks to Maruja and Isidoro Sánchez Vega for hosting me during my stay in Cajamarca, Peru, and to Carola and Stephan Beck for hosting me in La Paz-Bolivia. I am also grateful to Jan Saunders for helping me with the revision of the English version, and anonymus revisers. I also express gratitude to Francisco Rojas for the excellent line drawings.

Field work was facilitated by BID-CONICET (Banco Interamericano de Desarrollo- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) Grant N° 435, Argentina.

Literature cited

Brako, L. & Zarucchi, J. L. 1993. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. St. Louis, MO; Monogr.Syst.Bot.Missouri Bot. Gard. V. 45. 1286 p.

Burkart, A. 1952. Las Leguminosas Argentinas, silvestres y cultivadas, ed. II, Acme Agency, Buenos Aires.

Cavanilles, A. J. 1791. Icon.: t.85. Dec.

Franquemont, C. et al. 1990. The Ethnobotany of Chinchero, an Andean Community in Southern Peru. Fieldiana (New Series) 24: 1-126.

Gomez-Sosa, E. 1994. *Astragalus* L. in R.Kiesling (Ed.) Flora de San Juan, Republica Argentina Vol.1: 318-329. Vazquez Mazzini Ed.

_____. 1999. Proposal to conserve the name *Astragalus garbancillo* (Leguminosae), Taxon 48: 593-594.

_____. 2000. *Astragalus* L. in F. Zuloaga and O. Morrone (Eds.) Catálogo de las Plantas Vasculares de la Argentina II, Monogr.Syst.Bot.Gard. 74:645-650. St. Louis, MO.USA.

_____ . 2001. Proposals to Conserve 1425. Taxon 50(2):563.

Herrera, F. L. 1940. Plantas que curan y plantas que matan de la flora de Cuzco. Rev. Mus. Nac. de Lima 9 (1): 73-127.

Johnston, M. N. 1938. *Astragalus* of Ecuador and Peru. J. Arnold Arbor. 19: 88-96.

_____. 1947. *Astragalus* in Argentina, Bolivia and Chile. J. Arnold Arbor. 28: 384-385.

Macbride, J. F. 1943. Flora of Peru. Field Mus. Nat. Hist.13 (III): 397-398.

Pestalozzi, H. U. 1998. Flora Ilustrada Altoandina. Herb. Nac. de Bolivia & Herb. Forestal Nac. «Martín Cárdenas.» M & C Eds.244 p. Cochabamba, Bolivia.

Raimondi, A. 1857. Elementos de Botánica aplicada a la Medicina y a la Industria en los cuales se trata especialmente de las plantas del Perú. Lima. Peru.

Soukup, J. 1970. Vocabulario de los Nombres Vulgares de la Flora Peruana. Lima. Peru.

Tschudi, J. J. 1846. Perú, Reiseskizzen aus den Jahren 1838-1842. St. Gallen.

Weberbauer, A. 1911. Die Pflanzenwelt der Peruanischen Anden. Leipzig.

_____ 1945. El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Estudio fitogeográfico. Ministerio de Agricultura. Lima, Peru.

Williams, M. C. and E. Gómez-Sosa. 1986. Toxic Nitro Compounds in Species of *Astragalus* (Fabaceae) in Argentina. J. Range Managem. 39:341. USA.

Yacovleff, E. & F. L. Herrera. 1935. El Mundo Vegetal de los Antiguos Peruanos, Revista del Museo Nacional (Lima),IV(1): 52. Lima, Peru.

Fig. 1. ***Astragalus garbancillo***. **A**. Habit of plant. **B**. Stipule. **C.** Leaflets. **D**. Rachis with petiolule surface insertion. **E**. Flower. **F.** Calyx. **G**. Internal surface pubescent teeth. **H**. Calyx pubescence. **I.** Banner. **J.** Wing. **K**. Keel. **L**. Androecium. **M**. Gynoecium. **N**. Pod (profile). **O**. Fruit, longitudinal section, showing valves inflexed. **P**. Fruit, middle transverse section. **Q**. Seed.(Gomez-Sosa 480, SI).
Astragalus garbancillo var**.** ***mandoni***. Keel at apex apiculatus. S-T. *(Bang 1022, Lectotype, NY).*

Fig. 2. ***Astragalus garbancillo***. Habitat. (Gomez-Sosa 480, SI).

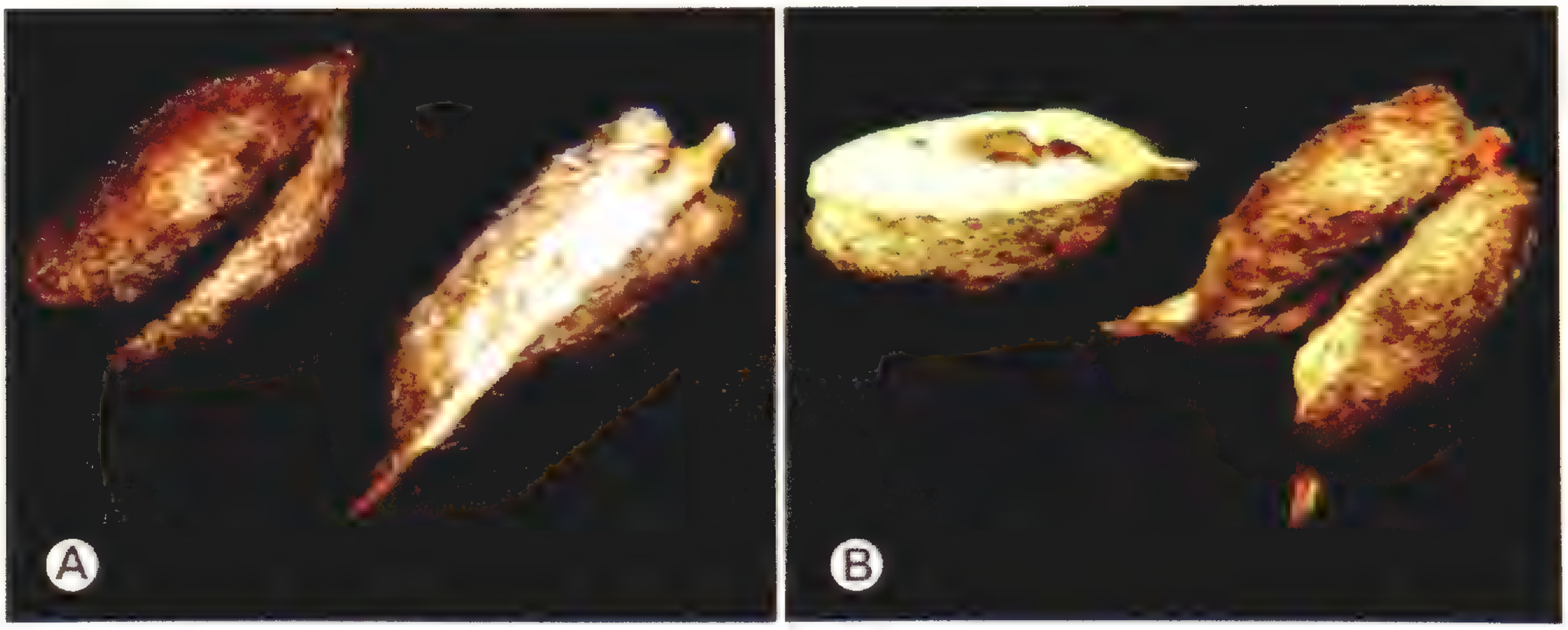


Fig. 3. ***Astragalus garbancillo*** **A.** Pod, infra and upper suture. **B**. Valves inflexed with an incomplete membranaceous septum and fruit in apical dehiscence. Peru, Cajamarca, (Gómez-Sosa 480.SI).

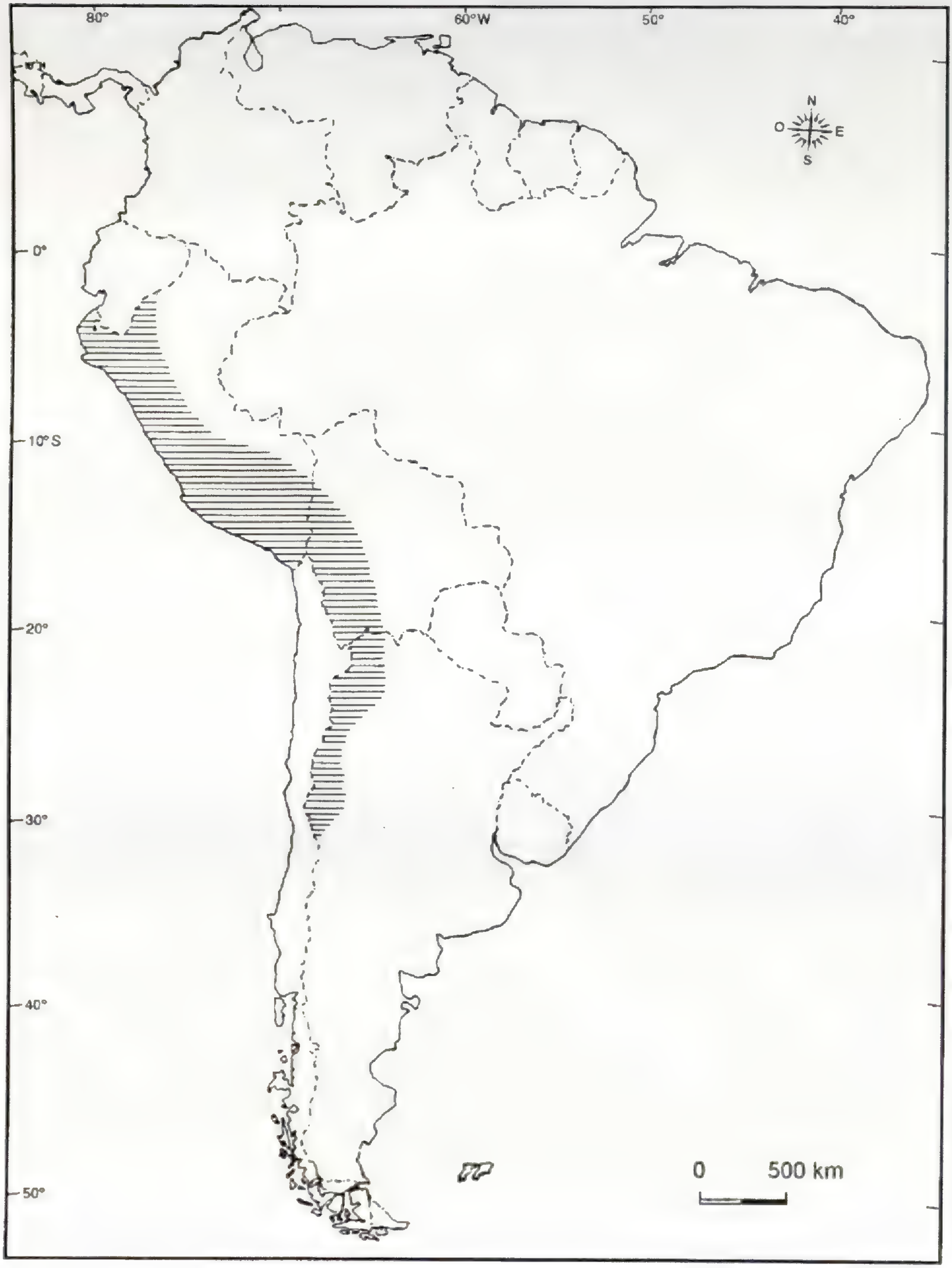


Fig. 4. South American distribution of ***Astragalus garbancillo***.

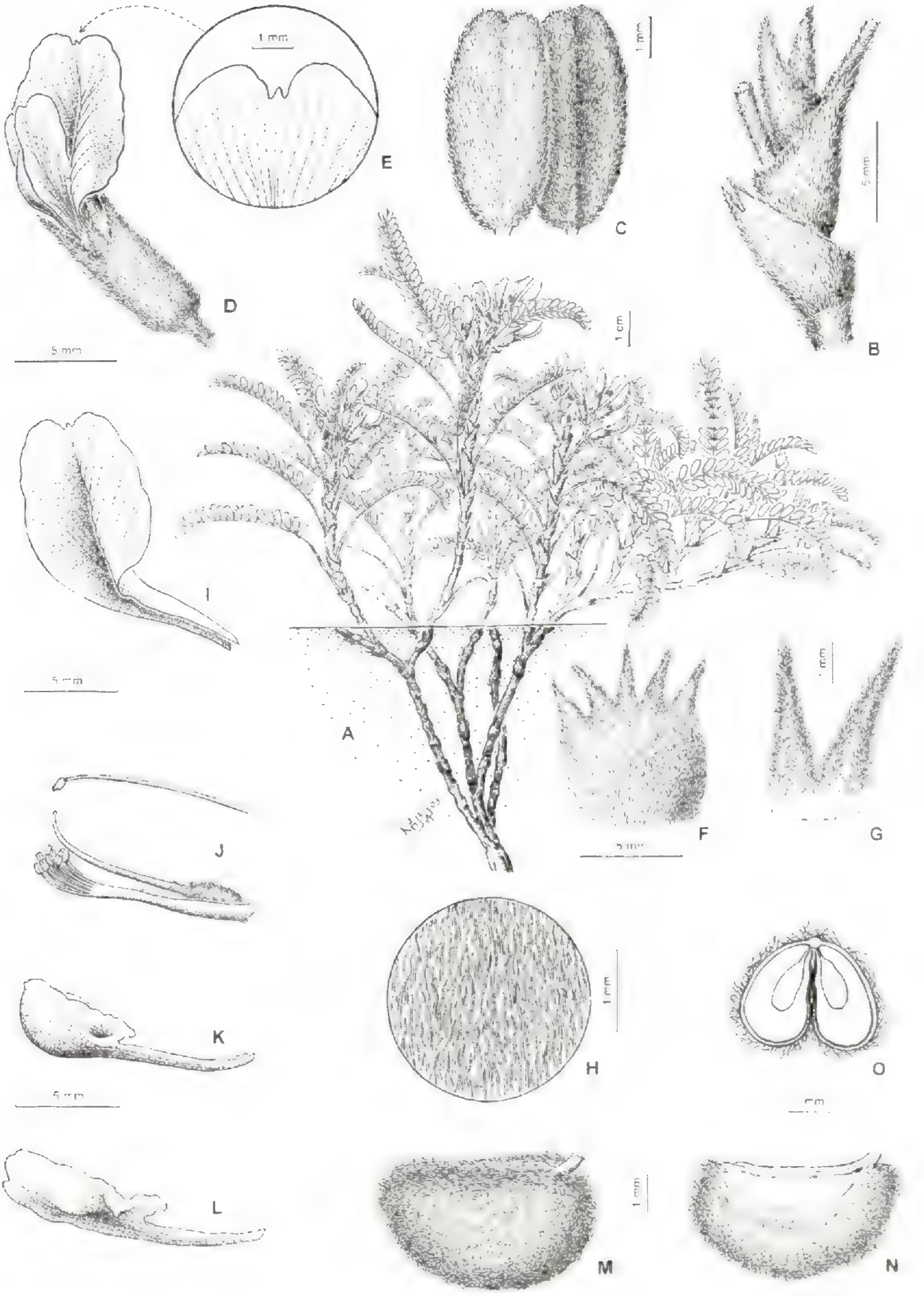


Fig. 5. ***Astragalus pickeringii***. **A**. Habitat. **B**. Stipules. **C**. Leaflets. **D.** Flower. **E**. Banner emarginate, with short acumine apex. **F.** Calyx. **G.** Pubescent internal surface calyx teeth. **H.** Calyx pubescence. **I.** Banner. **J.** Gynoecium and androecium. **K**. Keel. **L.** Wing. **M.** Fruit (profile). **N.** Fruit, longitudinal section, showing valves inflexed. **O.** Fruit, middle transverse section. (Drawn from *A. Smith, Ferreyra et O. Tovar 6975, MO, SI; B-L. from Duncan 2655, MO,NY).*

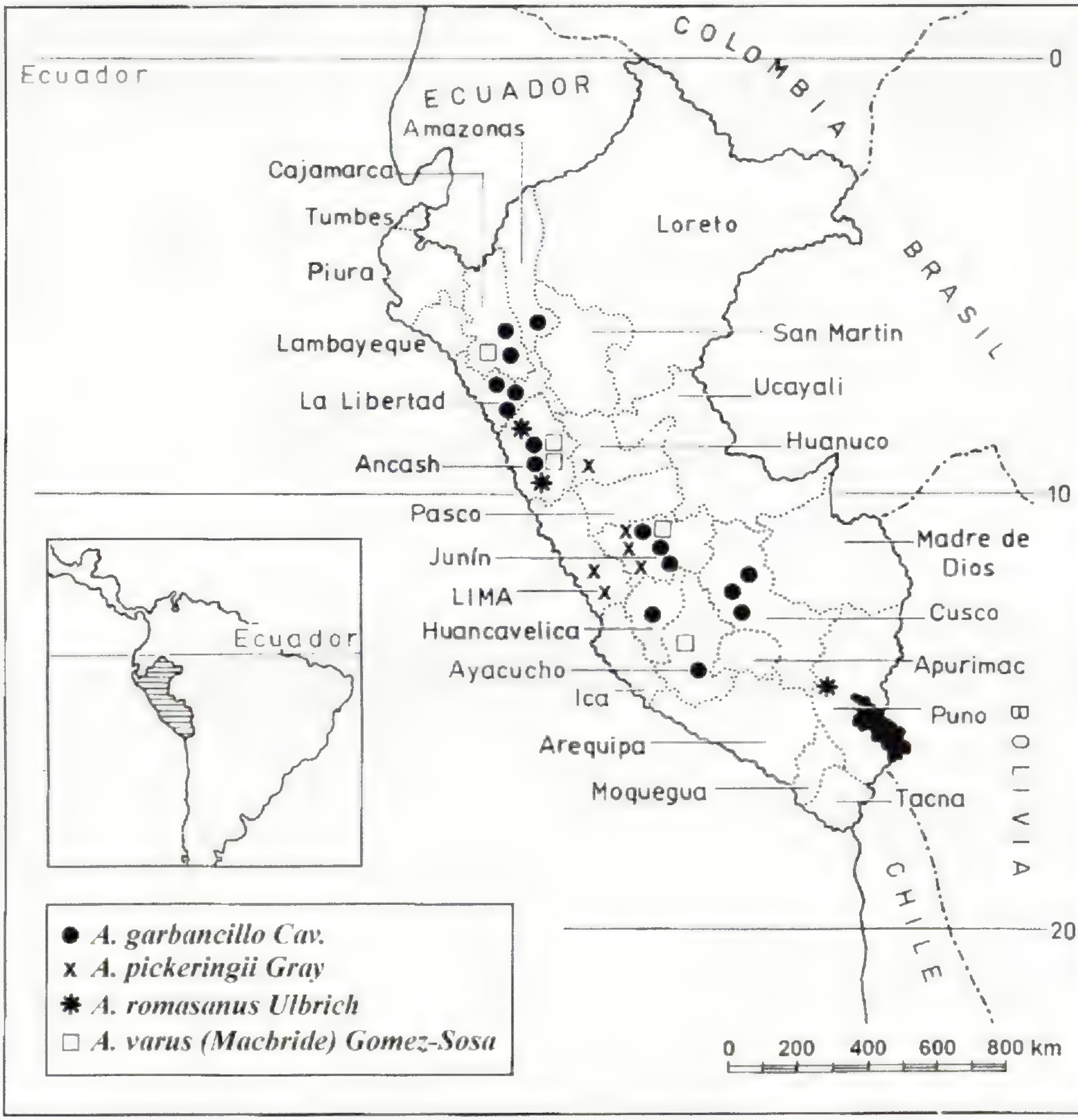


Fig. 6. Geographical distribution of ***A. garbancillo*** in Peru.

Fig. 7. ***Astragalus romasanus***. **A.** Leafy branchlet with inflorescences and infrutescences. **B.** Stipules. **C.** Leaflets, pubescent adaxial and glabrous abaxial surface. **D.** Flower. **E.** Banner. **F.** Androecium and gynoecium. **G.** Keel. **H.** Wing. **I.** Fruit (profile). **J.** Fruit, longitudinal section, showing valves inflexed with complete septum. **K.** Fruit, middle transverse section. (Drawn from A, I-K, *A. Vera 037, SI; B-H. Lectotype A. Weberbauer 3209, MOL).*

Fig. 8. ***Astragalus varus***. **A.** Habit. **B.** Stipules. **C.** Leaflet. **D.** Flower. **E.** Calyx. **F.** Pubescent internal surface calyx teeth. **G.** Banner. **H.** Banner emarginate, with short acuminate apex. **I.** Keel. J. Wing. **K.** Fruit (profile). **L.** Fruit, longitudinal section, showing valves inflexed. **M.** Apical sinus incomplete membranaceoum septum.(Drawn from A, *Gomez-Sosa & Carrillo Fuentes 478, SI, USM. B-M, Macbride & Featherstone 2499, Types FM*).

Fig. 9. Habitat of ***Astragalus varus*** (Macbride) Gomez-Sosa.

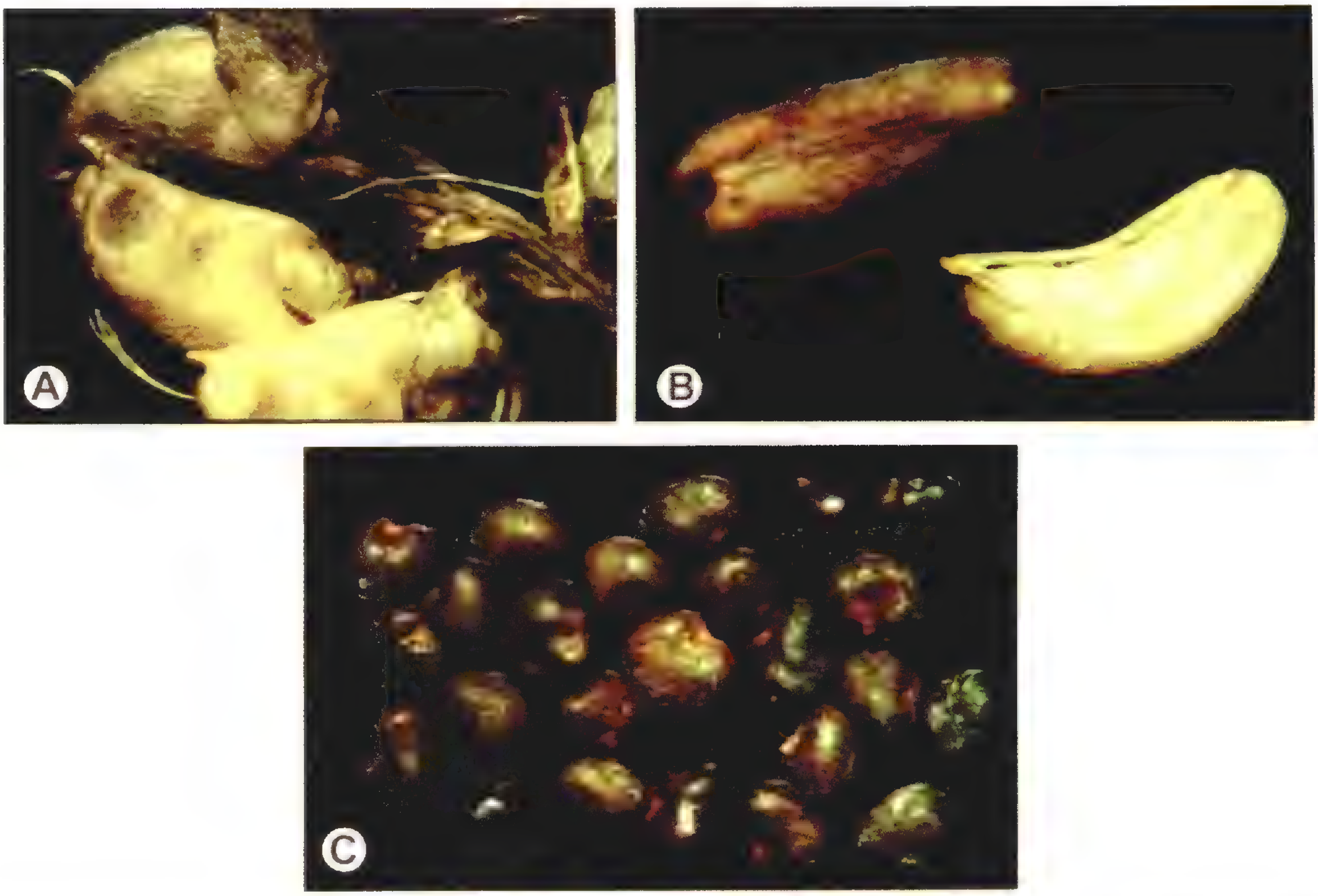


Fig. 10. ***Astragalus varus*** (Macbride) Gomez-Sosa. **A.** Infruteseence at apex. **B.** Pod, upper suture and complete septum view. **C.** Seeds. (*Gomez-Sosa & Carrillo Fuentes 478, SI, USM*).

Arnaldoa
11(2): 67-78. 2004

Nasa longivalvis (Loasaceae: Loasoideae), una nueva especie del Departamento de La Libertad, Perú.

ERIC F. RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo, Jr. San Martín 392, Trujillo-PERÚ

MAXIMILIAN WEIGEND
Institut für Biologie – Systematische Botanik und Pflanzengeographie, Freie Universität Berlin, 14195, Berlin-GERMANY

Resumen

Se describe e ilustra una nueva especie de ***Nasa*** Weigend (Loasaceae) procedente del Departamento de La Libertad, denominada ***Nasa longivalvis*** E. Rodr. & Weigend. Esta nueva especie aparentemente es endémica a las Provincias de Bolívar y Sánchez Carrión y pertenece a ***Nasa*** ser. ***Alatae*** (Urb. & Gilg) Weigend. Es la decimoctava especie de esta serie conocida para el Perú y la decimoquinta especie presente en la zona fitogeográfica de alta riqueza endémica Amotape-Huancabamba en su parte peruana. Se caracteriza por presentar estolones, ausencia de setas en el tallo (sólo cortos pelos escábridos y gloquidiados), pétalos profundamente cimbiformes con base abruptamente angostada, rojo-rosados y las valvas apicales del fruto muy desarrolladas aproximadamente del mismo tamaño de la cápsula. La especie afín inmediata es su vecina norteña ***N. stolonifera*** Weigend con quien comparte la presencia de estolones, carácter excepcional en esta serie infragenérica. Se discute críticamente con sus afines y se adicionan datos sobre su sinonimia vulgar, distribución geográfica y ecología.

Palabras clave: ***Nasa longivalvis***, ***Nasa*** ser. ***Alatae***, Loasaceae, nueva especie, Provincias Bolívar y Sánchez Carrión, Departamento La Libertad, Perú.

Abstract

Nasa longivalvis E. Rodr. & Weigend is described as a new species of ***Nasa*** Weigend (Loasaceae) from the Department La Libertad. This new species is apparently endemic to the two neighbouring provinces Bolívar and Sánchez Carrión and belongs to ***Nasa*** ser. ***Alatae*** (Urb. & Gilg) Weigend. This is the 18th species of this series from

Peru and the 15th species endemic to the very species-rich Amotape-Huancabamba Zone. It is characterized by the presence of stolons, the absence of stinging hairs on the stem (only with short scabrid and glochidiate hairs), deeply cymbiform, reddish-pink petals with an abruptly narrowed base, and very long apical valves on the fruit, nearly equalling the inferior part of the capsule in size. Its apparenty closest relative to the north is ***N. stolonifera*** Weigend, which shares the presence of stolons, a rare character in the series. The species is critically compared to its closest allies and data on its vernacular names, geographical distribution and ecology are provided.

Key words: ***Nasa longivalvis***, ***Nasa*** ser. ***Alatae***, Loasaceae, new species, Provinces Bolívar and Sánchez Carrión, Department La Libertad, Perú.

Introducción

El género americano ***Nasa*** Weigend establecido en 1997 (Weigend, 1997), presenta actualmente más de 100 especies ordenadas en grupos infragenéricos [series en sentido Urban & Gilg, 1900 (Weigend, 1997) y grupos infraseries (Dostert & Weigend, 1999; Weigend & Rodríguez, 2002; Weigend & Rodríguez, 2003)]. El número específico se está incrementado aceleradamente y la mayoría procede del norte andino, considerado su centro de diversidad en la zona fitogeográfica de Amotape-Huancabamba (Weigend *et al*., 1998; Dostert & Weigend, 1999; Rodríguez & Weigend, 1999; Weigend, 1999; Weigend, 2000a, b; Weigend & Rodríguez, 2000; Weigend, 2001; Weigend & Rodríguez, 2002; Rodríguez *et al*., 2002; Weigend, 2002, Weigend & Rodríguez, 2003; Weigend *et al*., 2003; Weigend 2004). Uno de estos grupos infragénericos bien definidos, reconocidos y conservados es ***Nasa*** ser. ***Alatae*** (Urb. & Gilg) Weigend. Es la serie mejor estudiada y una de las más grandes del género, comprende ca. 27 especies, de ellas 17 pertenecen al Perú (Weigend, 2000a, 2004). Presenta su mayor afinidad con ***Nasa*** ser. ***Grandiflorae*** (Weigend, 2004); sin embargo a diferencia de ésta, sus integrantes presentan los mas variados requerimientos ecológicos y habitats, así como un rango altitudinal de distribución mucho mas amplio. Habitan lugares desde secos y rocosos hasta jalcas o páramos, pasando por bosques de neblina y muy húmedos, desde los 600 m hasta arriba de 3500 m de altitud. Se distribuye desde Centro América (Panamá) hasta los Departamentos de Pasco y Junín en la Cordillera Central en los Andes Centrales del Perú y llegando hasta el Norte de Bolivia con una sola especie [***N. herzogii*** (Urb. & Gilg) Weigend]. El límite mas sureño en la vertiente occidental andina es el bosque relicto de la Oscurana en la Provincia San Miguel de Pallaques, Cajamarca (Juarez *et al*, en prensa). Actualmente, de las 18 especies conocidas para el Perú, incluida la aquí descrita, 15 son endémicas a la zona fitogeográfica de Amotape-Huancabamba en su parte peruana.

Durante los estudios de campo en junio del 2003 y abril del 2004, descubrimos una

nueva planta perteneciente a esta serie, arriba del río Marañón, en la localidad de Bambamarca, Provincia de Bolívar y cerca de Aricapampa, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento La Libertad. Describirla e ilustrarla como nueva para la ciencia bajo el epíteto de ***Nasa longivalvis*** E. Rodr. & Weigend, sp.nov., así como brindar datos de distribución geográfica, ecológicos y discutir con las especies relacionadas son los objetivos de este trabajo.

Material y métodos

El estudio está basado en la revisión de material de las colecciones y observaciones directas de hábito y hábitat en el campo, efectuadas en junio del 2003 y abril del 2004 en las localidades de Bambamarca (vía Calemar y Chumán), Distrito de Bambamarca, Provincia Bolivar, y entre Molino Viejo y Aricapampa (vía Huamachuco a Pataz), Distrito Aricapampa, Provincia Sánchez Carrión, Dpto. La Libertad entre los 2700–3500 m. Adicionalmente al trabajo de campo se fijó y conservó material en líquido (alcohol etílico al 70% o AFA) para estudiar la estructura floral y tipos de tricomas (Weigend, 1997). Son presentadas, la descripción, discusión, fotografías, delineación y mediciones de la especie (Figs. 2A–F y 3). Así como, datos de sinonimia vulgar, ecología y distribución geográfica; restringida a la zona de Amotape-Huancabamba (Weigend, 2002) (Fig. 1). Los acrónimos de los herbarios son citados según Holmgren *et al.* (1990).

Taxonomía formal

Nasa longivalvis E. Rodr. & Weigend, sp.nov. (Figs. 2A–F y 3)

TIPO: PERÚ. Dpto. La Libertad, Prov. Bolivar, Distrito Bambamarca. Entre Trigobamba y Bambamarca, 2800–3500 m, 07 junio 2003, **E. Rodríguez R. & V. Medina I. 2557** (Holótipo: HUT; Isótipos: BSB, F, HAO, MO, USM).

Affinis ***Nasa stolonifera*** *Weigend sed differt caulis cum pilis numerosis brevibus scabridis et glochidiatis (nec setis), petalis percimbiformibus, basi angustatissimus, ruber-roseis (nec aurantiacus) et valvis apicalis circa longis capsularis.*

Hierba perenne, erecta a ascendente 0,50–1,50 m de alto, tallo terete, 0,5 cm de diámetro, lignificado, meduloso, amarillo pálido y decorado con pronunciadas líneas cortas verde oscuras, densamente cubierto con pelos blanquecinos escábridos basalmente buliformes de hasta 0,5 mm de largo y pelos gloquidiados de < 0,2 mm de largo; setas marrón-rojizas de 1-1,5 mm de largo, dispersas en la inflorescencia. Presencia de estolones de hasta 15 cm de largo. **Hojas** opuestas, peciolos 10–50 mm de largo, densamente cubierto con pelos escábridos y gloquidiados, lámina desde oblonga hasta ovada, 40–100

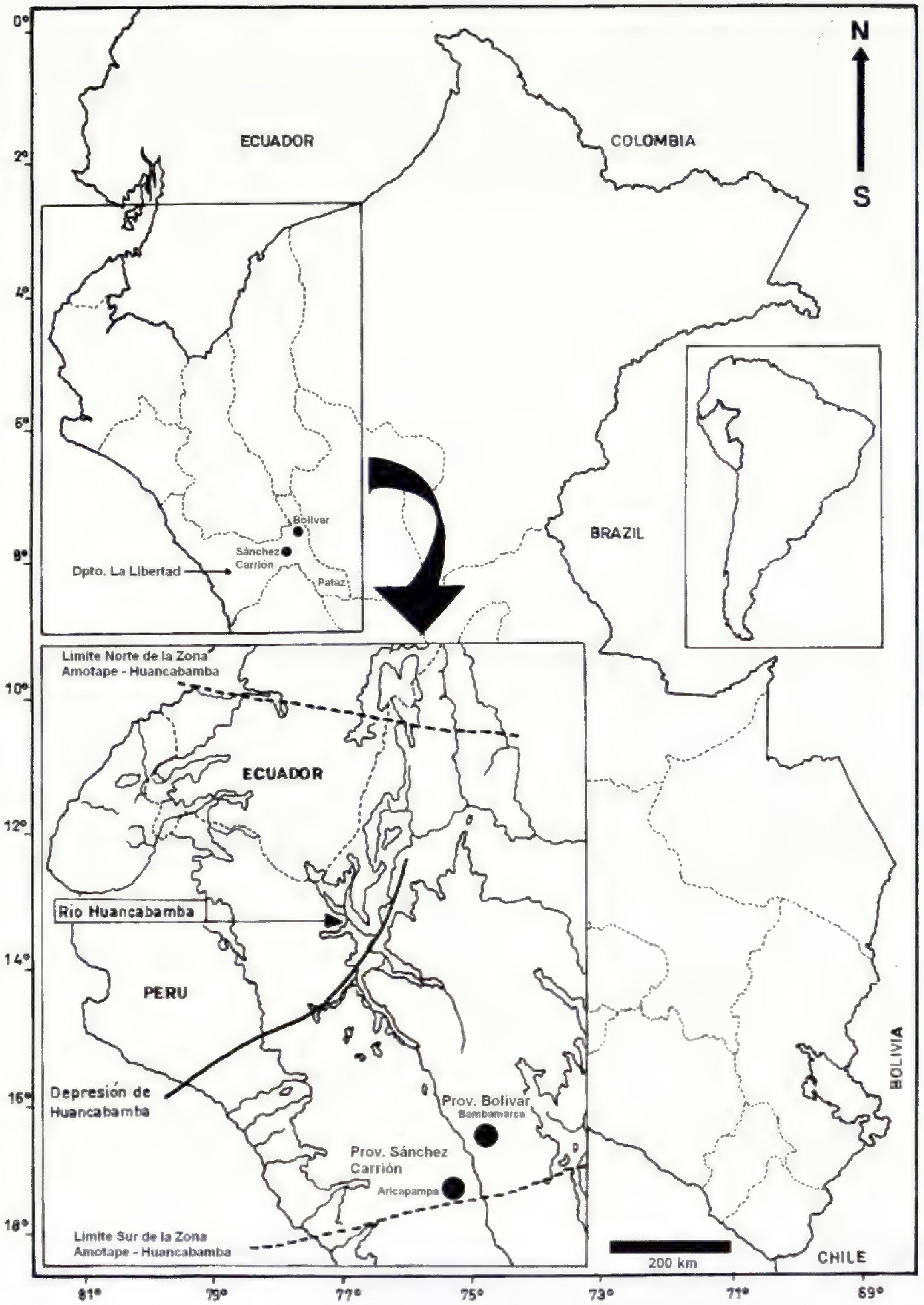


Fig. 1. Distribución geográfica de ***Nasa longivalvis*** en el Departamento de La Libertad y en la zona Amotape–Huancabamba (=círculos negros).

mm de largo, 25–50 mm de ancho, membranácea a subcartácea, base ligeramente cuneada a truncada, raramente cordada o inequilátera, ápice acuminado, margen irregularmente aserrada a lobulado-aserrada, con (1–) 2–4 (–5) lóbulos triangulares pobremente definidos en cada lado; superficie abaxial densamente cubierta de pelos escábridos blanquecinos mayor en las nervaduras de hasta 0,3 mm de largo, superficie adaxial densamente cubierta con pelos escábridos blanquecinos hasta 0,5 mm de largo, sobre todo en las nervaduras; venación pinnada con 4–7 venas laterales. **Inflorescencias** terminales, 2–5 ramas monocasiales (a veces un tirso), 10–45(–55) cm de largo cada una, hasta 13 flores péndulas por rama, antesis no sincrónica, brácteas pecioladas, oblongas o estrechamente ovadas, enteras, hasta 50 mm de largo, 18 mm de ancho. Pedicelos 10–23 mm de largo. Cáliz densamente setoso, setas marrón-rojizas y cubierto con pelos escábridos externamente, tubo cónico, 5 mm de largo y de ancho, 5 lóbulos, lóbulos angostamente triangular-ovados, acuminados, 7–10 mm de largo, 3–4 mm de ancho cerca de la base. Corola semiestrellada, pétalos rojo-rosados, separados desde la base mostrando las escamas florales y dirigidos hacia adelante, estrechamente ovados, cimbiformes, 18–23 mm de largo, 6-8 mm de ancho, 4–5 mm de profundidad, ápice agudo, abruptamente angostados en la parte basal, dientes triangulares a 5 mm de la base, trinervado (nervación acródroma), parte externa esparcidamente cubierta con setas marrón-rojizas en las nervaduras y el resto densamente cubierta con tricomas blanquecinos escábridos y gloquidiados mas cortos, parte interna densamente cubierta con tricomas uniseriados con ápice glanduloso. Escamas florales 5, rectangulares atrás, amarillentas, 8–10 mm de largo, 3–4 mm de ancho, base pequeña incurvada, con dos sacos dorsales globosos poco desarrollados, confluentes, 4 mm de diámetro, cuello de la escama no engrosado, sin apéndices, lateralmente expandida en 2 alas suberectas con ápices papilosos, 3 mm largo, 1 mm ancho. Estaminodios 2 por escama, 12 mm de largo, base ligeramente ensanchada, forma de L, filiformes arriba con terminación curvada, papilosos, blancos. Estambres numerosos en 5 fascículos epipétalos, 10–12 estambres cada uno; filamentos blancos, 10–20 mm de largo, anteras ovoides 1 mm de largo y 0,5 de ancho, negras. Ovario ínfero, con tres placentas parietales y numerosos óvulos. **Fruto** cápsula claviforme con lóbulos del cáliz persistentes, pedicelo suberecto, hasta 30 mm de largo, cápsula 10–22 mm de largo, 7–10 mm de ancho en el ápice, densamente rojo-setoso, abriéndose por tres valvas apicales triangulares desarrolladas, 10–12 mm de largo y 5–6 mm de ancho. **Semillas** numerosas, negras, ovoides, testa reticulada.

Material adicional examinado:

PERÚ: Dpto. La Libertad, Prov. Bolívar, Distrito Bambamarca. Entre Trigobamba y Bambamarca, 2800 – 3500 m, 07 junio 2003, **E. Rodríguez R. & V. Medina I. 2559** (BSB, F, HAO, HUT, MO, USM). Abajo del pueblo de Bambamarca, 3200 – 3500 m, 12 junio 2003, **E. Rodríguez R. & V. Medina I. 2610** (BSB, F,

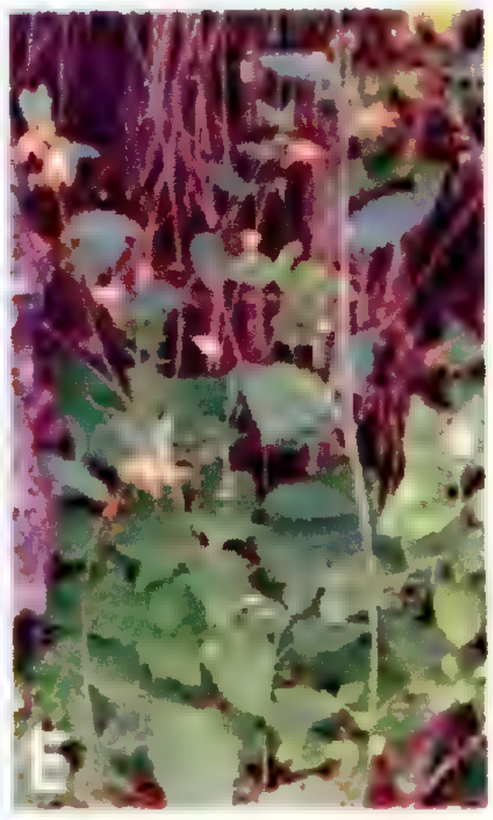


Fig. 2. ***Nasa longivalvis*: A.** Hábito; **B.** Inflorescencia; **C.** Flor, vista dorsal; **D.** Frutos; **E.** Plantas creciendo en lugar sombreado; **F.** Población en hábitat rocoso y soleado.

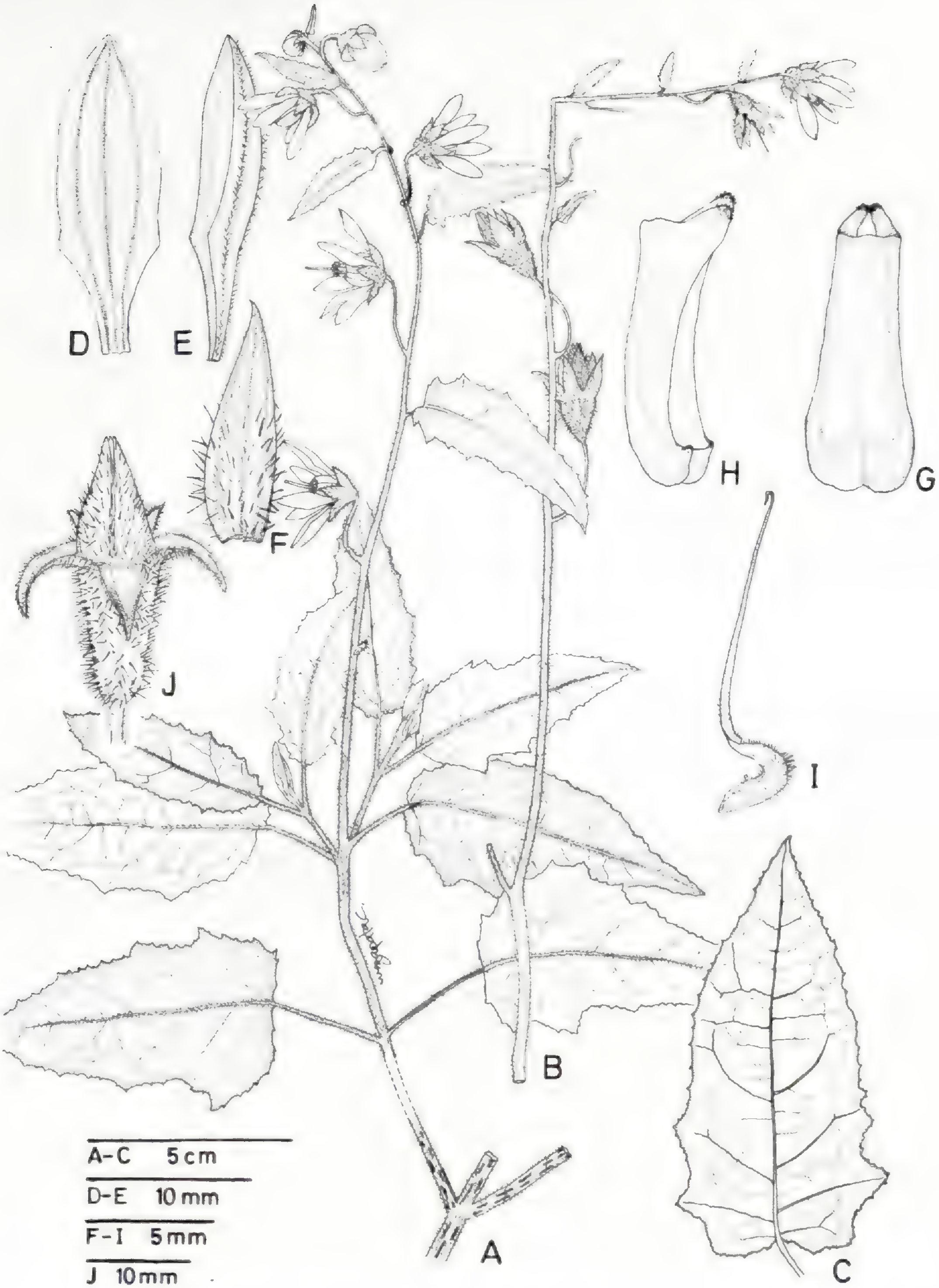


Fig. 3. ***Nasa longivalvis*****: A.** Hábito; **B.** Rama monocasial, **C.** Hoja; **D.** Pétalo, vista frontal; **E.** Pétalo, vista lateral; **F.** Sépalo; **G.** Escama floral, vista dorsal; **H.** Escama floral, vista lateral; **I.** Estaminodio; **J.** Fruto mostrando las valvas apicales. (del. de *E. Rodríguez & V. Medina 2557, holótipo: HUT, por M. Zapata*).

HAO, HUT, MO, USM). Prov. Sánchez Carrión, carretera de Huamachuco a Pataz, entre Molino Viejo y Aricapampa, 2743 m. 20 abril 2004, **M. Weigend & Ch. Schwarzer 7910** (B, HUT, USM).

Nasa longivalvis es afín a su vecina norteña de la provincia de Bolivar ***N. stolonifera*** Weigend, por el tipo de desarrollo (presencia de estolones con el crecimiento de pequeños vástagos y numerosas ramificaciones). Sin embargo, crecen en hábitats y requerimientos ecológicos diferentes, mientras que la segunda crece en bosques montanos remanentes asociada con ***Alnus acuminata*** «aliso» y generalmente en lugares húmedos, la nueva especie vive tanto en lugares secos entre rocas fragmentadas o al pie de rocas con escasa vegetación arbustiva primaria o en hábitats abiertos a pleno sol (Fig. 2E y F) como también en fragmentos de bosque. Además, difieren en la morfología y textura de la hoja y brácteas florales, en el indumento del tallo (abundantes setas amarillas largas y pelos escábridos en ***N. stolonifera*** versus ausencia de setas, presencia de pelos escábridos y gloquidiados en ***N. longivalvis***), en la inflorescencia (generalmente ramificada y número de flores por cada rama monocasial son mas numerosas en la nueva especie), en las características florales (e.g. pétalos angostamente oblongos, ligeramente cimbiformes, base ancha, ausencia de dientes y anaranjados en ***N. stolonifera*** versus pétalos angostamente ovados, profundamente cimbiformes con base abruptamente angostada, dientes triangulares y rojo-rosados en el nuevo taxón). Demasiadas diferencias para ser considerada en el nivel subespecífico. ***N. carnea*** (Urb. & Gilg) Weigend comparte el mismo color de flores, pero sus pétalos son carnosos y la planta es subperenne sin estolones. La nueva especie presenta las valvas apicales muy desarrolladas, siendo la proporción cápsula/válvula ca. 1/1 ó 2/1, esta característica es excepcional en ***Nasa*** ser. ***Alatae***.

Observaciones directas indican que cuando esta especie crece en lugares abiertos a pleno sol, son de menor tamaño, tallos mas leñosos, hojas subcartáceas y mas irregularmente aserradas/lobuladas (Rodríguez & Medina 2659), que cuando crecen en lugares sombreados al pie de rocas y con vegetación arbustiva (Rodríguez & Medina 2557, 2610), en la misma zona de colección.

Distribución y ecología: Crece arriba de ambas márgenes del río Marañón, en las localidades de Bambamarca vía puertos Calemar o Chumán,, Distrito de Bambamarca, Provincia de Bolívar y entre Molino Viejo y Aricapampa, Distrito de Aricapampa, Provincia Sánchez Carrión en el Departamento de La Libertad, casi en el límite sureño de la zona fitogeográfica Amotape-Huancabamba (Figura 1). Los estudios efectuados en la región indican que es aparentemente endémica al este de Sánchez Carrión, sur de Bolívar y con una ramificación hacia el norte de Pataz. Crece desde los 2,700 m hasta los

3,500 m, vive asociada con ***Nasa picta*** s. lat. «ishanguilla», «ishanga blanca» quien también se distribuye debajo de este rango. Sobre los 3500 m es reemplazada por especies de ***Nasa*** ser. ***Grandiflorae*** «ishanga anaranjada», «ishanga del abuelo» y vegetación típica de jalca. Prefiere laderas con vegetación baja, suelos secos, rocosos y pedregosos con escasos nutrientes. Es muy frecuente en el lugar de colección del tipo y sus alrededores, con numerosas poblaciones pequeñas dispersas, abarcando un área total aproximada de 25 Has. Por el hábitat agreste e inhóspito donde crece no se encuentra en peligro.

Etimología: El nombre de la especie esta referido a las tres largas (longi=*longus*) valvas apicales del fruto (=*valvae*). Tan largas como aproximadamente el largo de la cápsula, un carácter no común en el género ***Nasa***.

Nombre vulgar: «ishanga colorada» (Rodríguez & Medina 2557, 2559), «ishanga» (Rodríguez & Medina 2610).

Agradecimientos

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a las autoridades de la Universidad Nacional de Trujillo, Herbarium Truxillense (HUT) y la empresa **botconsult** GmbH por su constante apoyo en la investigación científica. A la Cámara Regional de Turismo de La Libertad (CARETUR–LL) y Aurora Li Valencia por la idea de realizar el primer viaje de estudio botánico-arqueológico a Bambamarca y a la Municipalidad Distrital de Bambamarca en nombre del Alcalde, Teniente Alcalde (Dante Castro Bustos) y Consejero Regional por el apoyo en el área de estudio. Nuestra gratitud al Dr. Abundio Sagástegui Alva (HAO) por la diagnosis latina, revisión crítica y sugerencias al trabajo. A Víctor Medina (Trujillo) y Ch. Schwarzer (Berlin) por el apoyo en el trabajo botánico de campo. Agradecemos también a Mario Zapata (HAO) por el magnífico dibujo de la especie y Willian Aguilar (HUT) por el mapa de distribución.

Literatura citada

Dostert, N. & M. Weigend. 1999. A synopsis of the ***Nasa triphylla*** complex (Loasaceae), including some new species and subspecies. Harvard Papers in Botany. 4(2): 439–467.

Holmgren, P. K.; N. H. Holmgren & L. C. Barnett. 1990. Index Herbariorum. Part. I: The Herbaria of the World. 8th. ed. The New York Botanical Garden, Bronx, New York. U.S.A.

Juárez, A.; J. Ayasta, R. Aguirre & E. Rodríguez. (En prensa). El Bosque Relicto de

La Oscurana (Cajamarca), un nuevo ecosistema para conservar en las Vertientes Occidentales Andinas del Norte del Perú. Revista Peruana de Biología.

Rodríguez, E. & M. Weigend. 1999. ***Nasa umbraculifera*** (Loasaceae: Loasoideae), una nueva especie con hojas peltadas del Perú. Arnaldoa 6(1): 49–56.

Rodríguez, E.; M. Weigend & N. Dostert. 2002. Sobre la validez de ***Nasa dyeri*** subsp. ***dyeri*** (Loasaceae) como un nuevo reporte para la Flora Peruana. Arnaldoa 9(1): 21–25.

Weigend, M. 1997. ***Nasa*** and the Conquist of South America - Systematic Rearrangements in Loasaceae Juss. Dissertation Phd. Ludwing Maximilians Universitat, München. Germany.

_____, **E. Rodríguez & N. Dostert.** 1998. ***Nasa insignis*** y ***Nasa glandulosissima*** (Loasaceae: Loasoideae), dos nuevas especies con hojas peltadas del Norte de Perú. Arnaldoa 5(2):151–157.

_____.1999. Sinopsis de los géneros de Loasáceas y Gronoviáceas en el Perú con descripciones de los géneros en la subfamilia Loasoídeas. En: Sánchez V., I.: Memorias del VII Congreso Nacional de Botánica del Perú, Arnaldoa 6(2): 197–210.

_____. 2000a. A revision of the species of ***Nasa*** ser. ***Alatae*** in Peru. Nord. J. Bot. 20: 15–32.

_____. 2000b. No. 132. Loasaceae. In: Harling, G. & L. Andersson: Flora of Ecuador 64: 1–92.

_____ **& E. Rodríguez.** 2000. ***Nasa picta*** subsp. ***pamparomasii*** (Loasaceae: Loasoideae), una nueva subespecie de Ancash, Perú. Arnaldoa 7(1–2):19–26.

_____. 2001. Loasaceae. In: Bernal, R. & E. Forero, (eds.): Flora de Colombia - Sta. Fé de Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales. Vol. 22: 1–100.

_____ **& E. Rodríguez.** 2002. Las especies arbustivas de ***Nasa*** Ser. ***Grandiflorae*** en el norte de Perú, con la descripción de una nueva especie de la Abra de Barro Negro (Callacalla), Dpto. Amazonas. Arnaldoa 9(1): 7–20.

_____. 2002. Observations on the Biogeography of the Amotape-Huancabamba Zone in Northern Peru. In: K. Young et al., Plant Evolution and Endemism in Andean South America. Bot. Review 68(1): 38–54.

_____ **& E. Rodríguez.** 2003. A revision of the ***Nasa stuebeliana*** group [***Nasa*** Weigend ser. ***Saccatae*** (Urb. & Gilg) Weigend p.p. Loasaceae] with notes on morphology, ecology, and distribution. Bot. Jahrb. Syst. 124 (4): 345–382.

_____, **Henning, T. & C. Schneider.** 2003. Notes on the Systematics, Morphology, Distribution and Pollination of ***Nasa*** Ser. ***Carunculatae*** (Loasaceae subfam. Loasoideae). Syst. Bot. 29: 765–781.

Weigend, M. 2004. *Nasa* ser. ***Alatae*** (Loasaceae) in thè Amotape-Huancabamba Zone of Peru: Four New Species and one New Record, with Notes on Floral Morphology. Novon 14(1): 134—146.

Arnaldoa
11(2): 79-104. 2004

Variabilidad morfológica y distribución geográfica de la colección de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) de la Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

JUAN SEMINARIO
MIGUEL VALDERRAMA
Programa de Raíces y Tubérculos Andinos
Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
Universidad Nacional de Cajamarca
E-mail: jseminariocunya@yahoo.com.

Resumen

Se analizaron 186 entradas de arracacha cultivada, procedentes de los departamentos de Piura, Lambayeque, Amazonas y Cajamarca, principalmente. El germoplasma se plantó (15 plantas por entrada a 0.90 x 0.60 m), en el campo experimental del Programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC): 7° 29' 45" LS, 78° 10' 12" LO y 2670 msnm, 14 ° C de temperatura diaria y 670 mm de lluvia anual. Se usaron 17 descriptores cualitativos (nueve de hoja, tres de colino y cinco de raíz). Los datos de hoja se tomaron a los seis meses después de la siembra y los de colino y raíz se tomaron al momento de cosecha (11 meses). Los colores fueron calificados mediante la *RHS Colour Chart* (1995). Se elaboró una matriz básica de datos y se hicieron los análisis de agrupamiento (fenograma-UPGMA) y de componentes principales, con NTSYS 2.1. Mediante el software DIVA GIS 3.0 se generó un mapa de distribución geográfica de entradas y de morfotipos. La colección consta de 76 morfotipos y cuatro formas hortícolas y, se distribuye en las regiones Yunga marítima y pluvial, Quechua y Selva alta, entre 1000 y 3600 msnm, con mayor tendencia hacia la cuenca oriental. Las provincias de mayor variabilidad son Cutervo, Chota y Hualgayoc.

Palabras clave: Arracacha cultivada, morfotipos, norte peruano

Abstract

One hundred eigthy six cultivated arracacha's accessions coming from Piura, Lambayeque, Amazonas and Cajamarca departments, were examined. The germoplasm was planted (15 plants per accession (0.90 x 0.60 m) at the experimental field of the Andean Roots and Tubers Program of the National University of Cajamarca. Seventeen qualitative descriptors: nine of leaf, three of offshoot or cormel (colino) and five of roots were used. Leaf data was registered six months after planting, and those of offshoot and

roots were registered during the harvest (11 months). Colors were qualified by means of the RHS colour chart (1995). A basic data matrix was elaborated and an analyses of clusters (UPGMA-phenogram) and of principal components was elaborated, with NTSYS 2.1. With the DIVA GIS 3.0 software a geographic- distribution map of accessions and of morphotypes was obtained. The collection contains 76 morphotypes and four horticultural forms and is distributed in the maritime and pluvial Yunga, Quechua and Selva Alta regions among 1000 and 3600 masl, with principal tendency toward the oriental basin. Cutervo, Chota y Hualgayoc are the provinces showing the highest variability.

Key words: *Arracacia xanthorrhiza*, morphotypes, peruvian north.

Introducción

Los estudios sobre la variabilidad morfológica de arracacha en el norte peruano datan desde 1970, los cuales, siguieron diferentes enfoques. Una de las limitantes de estos estudios es haber involucrado un número muy elevado de descriptores, tanto cualitativos como cuantitativos (Plasencia y Sánchez, 1972; Rosel, 1983; Rodríguez, 1998). Otra limitante es el hecho de haber trabajado, principalmente, con germoplasma de otros países y pocas colectas de la región. A finales de los 80' los trabajos se interrumpieron y se reiniciaron en 1994. Entre 1994 y el 2003, el Programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la Universidad Nacional de Cajamarca (PRTA-UNC), colectó 291 entradas de arracacha, (entre cultivadas y silvestres), que se mantienen en campo. Durante este tiempo, las pérdidas fueron de alrededor del 30 % de entradas, debidas principalmente a enfermedades fungosas ocurridas, como consecuencia del fenómeno del niño.

En la última década, las instituciones que conservan germoplasma de arracacha, enfatizaron la definición de listas mínimas de descriptores cualitativos, de alta heredabilidad y alto poder discriminatorio, con el propósito de caracterizar el germoplasma y agruparlo en morfotipos. El morfotipo identifica una entidad morfológica, agrupa a cierto número de entadas dentro de la colección y cuando se trata de germoplasma cultivado, por lo general, representa un cultivar plenamente reconocido por los agricultores. El término es definido con precisión por Seminario *et al.*(2004).

Por otro lado, el uso de herramientas como el programa NTSYS (Numeral Taxonomy System), ha permitido hacer un mejor agrupamiento, utilizando el método UPGMA (unweighted pair-group method aritmetic average), a partir de una matriz básica de datos (MBD), generada mediante la aplicación de los descriptores antes indicados. El agrupamiento morfológico resulta eficiente, de modo que, cuando se aplican otras herramientas como los marcadores moleculares, la congruencia es alta. Así, el agrupamiento mediante el método UPGMA de 66 entradas de arracacha del Perú, mediante 28 caracteres cualitativos (17 de hoja, 4 de colinos y 7 de raíz reservante) indicó la existencia de 31 morfotipos y el agrupamiento con marcadores RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA / ADN

polimórfico amplificado al azar) indicó 32 grupos o genotipos (Blas y Arbizu, 1999; Blas, 2000).

La colección nacional de Colombia (procedente de los departamentos de Tolima,, Huila, Cauca, Boyacá y Nariño; 1500 a 3200 msnm) consta de 117 entradas, en la cual se identificaron 106 morfotipos, mediante UPGMA y con 13 descriptores cualitativos (6 de hoja, 3 de colinos y 4 de raíz reservante) (Vásquez, 2002). Estos mismos descriptores más cuatro adicionales son usados en el presente trabajo. Asimismo, un lote de 63 entradas procedentes de Tolima, Huila, Cauca y Boyacá (incluidos en la colección nacional colombiana), fue caracterizada mediante marcadores moleculares tipo RAPD´s y se identificaron 61 genotipos -3 % de duplicados en el lote de entradas analizadas - (Vásquez, 2002). El agrupamiento fue concordante con el agrupamiento morfológico. Del mismo modo, 43 entradas de arracacha colectadas en el departamento de Nariño (Colombia) fueron caracterizadas mediante 43 descriptores (29 cualitativos y 14 cuantitativos). Aplicado el método UPGMA para los datos cualitativos, con un coeficiente de disimilitud de 1, se encontraron 52 grupos o morfotipos y como era de esperarse, se encontró baja congruencia entre el agrupamiento cualitativo y cuantitativo, de modo que el primero resulta más útil, para discriminar la variabilidad (Vásquez, 2002). Estos resultados confirman la alta variabilidad existente en las arracachas colombianas y también, la alta congruencia entre la caracterización morfológica y la molecular. Es decir que, la caracterización morfológica, con descriptores cualitativos convenientemente seleccionados, conlleva a una buena aproximación a la variabilidad del germoplasma.

La colección ecuatoriana consta de 93 entradas, las cuales fueron caracterizadas morfológicamente (cuatro caracteres de hoja y tres de raíces reservantes) y agrupadas en 17 morfotipos. Esto demostraría que dicha colección tiene baja variabilidad. Por otro lado, en la caracterización de un lote de 29 entradas, mediante la técnica de RAPD´s, se identificaron siete grupos, con cierta relación geográfica dentro de ellos; por ejemplo, las muestras colectadas al sur del país, tendieron a ubicarse en el mismo grupo (Castillo, 1997).

Meza (1995) describe nueve variedades de arracacha en el Cusco (Perú), procedentes de las provincias de La Convención, Urubamba y Calca (Alfamayo, Santa Teresa, La Convención). Para ello, usó tres descriptores morfológicos de raíz, además el ciclo vegetativo, el rendimiento, la distribución geográfica y la aptitud para el mercado. Posteriormente, Meza *et al.*(1996) señalan que en Cusco y Apurimac existirían más de 15 variedades, incluyendo las anteriormente descritas.

Rodríguez (1998) caracterizó 95 entradas de arracacha de la colección que mantiene la UNC (colectadas en los departamentos de Cajamarca, Amazonas y Piura), mediante 17 descriptores cualitativos (uno de planta, siete de hoja, uno de tallo y ocho de raíz) y encontró 37 morfotipos, identificados visualmente; es decir, que la colección tenía 61 % de duplicados.

Con los antecedentes antes mencionados, el propósito de la presente investigación fue determinar la variabilidad, en términos de morfotipos y analizar la distribución geográfica de la colección de arracacha del PRTA- UNC.

Materiales y métodos

Se usaron 186 entradas, que mantiene el PRTA-UNC. El 95 % de entradas fueron colectadas en los departamentos de Piura (9), Lambayeque (8), Amazonas (15) y Cajamarca (145). Seis entradas proceden del departamento de Pasco, dos del departamento de Huánuco y una de Bolivia (San Juan de la Miel, Coroico, La Paz). Los datos pasaporte del germoplasma se presentan en la Tabla 1.

El germoplasma se sembró durante las campaña agrícolas 2001-2002 y 2002-2003 (septiembre del primer año hasta julio del siguiente año), en el campo experimental del PRTA-UNC. El sitio se ubica a 7° 29' 45" LS, 78° 10' 12" LO y 2536 msnm, dentro de la formación Bosque Seco Montano Bajo (Quechua) y registra 14 °C de temperatura diaria y 670 mm de lluvia, anual. Cada entrada se plantó en un surco de 15 plantas, a distanciamientos de 0.90 m entre surcos y 0.60 m entre plantas. Se aplicaron 5 t/ha de humus de lombriz y se hicieron las labores de mantenimiento recomendadas para el cultivo.

La caracterización y el análisis de agrupamiento se realizó mediante una lista de 17 descriptores cualitativos, de alta capacidad discriminatoria: nueve de hoja, tres de colino y cinco de raíz (Tabla 2). La toma de datos de hoja se hizo a los seis meses de edad y los referidos al colino y raíz se tomaron al momento de cosecha (11 meses). Los colores fueron calificados mediante la *RHS Colour Chart* (*The Royal Horticultural Society*,1995).

Con los datos tomados en campo, se construyó una matriz básica de datos (MBD), la misma que fue analizada a través del análisis multivariado, el cual comprende: el análisis de agrupamiento a partir de un fenograma generado mediante el método UPGMA (unweighted pair-group method aritmetic average), con el programa SAHN - clustering y; el análisis de componentes principales que es un método de ordenación que permite demostrar el valor discriminatorio de los caracteres, con respecto a las entradas. Para ambos casos, se usó el programa NTSYS 2.1. El análisis de la distribución geográfica del germoplasma se hizo tomando en cuenta, las altitudes, las coordenadas geográficas, las regiones naturales, los departamentos y las cuencas orográficas, donde se ubican los sitios de colecta. Mediante el programa DIVA GIS 3,0 se señalaron los sitios de colecta y se hizo la distribución geográfica del germoplasma en función del número de morfotipos.

Resultados y discusión

Análisis de agrupamiento del germoplasma. En la Figura 1, se presenta el fenograma derivado de la aplicación del método antes indicado; en el cual, si se toma un coeficiente de disimilitud (distancia taxonómica) de 0.0 se obtienen 76 grupos o morfotipos, en las 186 entradas analizadas. Considerando que se trabajó con 17 descriptores cualitativos, de alta heredabilidad, los grupos identificados corresponderían a igual número de genotipos. Por otro lado, este resultado indica que existiría 59 % de duplicados en la colección, lo cual debe ser confirmado mediante el análisis molecular. El resultado también sugiere que deben analizarse los morfotipos identificados, tomando en cuenta caracteres directamente relacionados con el uso como precosidad, sabor y olor (tufo y dejo), color de raíz (relacionado con el contenido de beta caroteno y antocianinas), relación raíz/corona, rendimiento de raíces, contenido de azúcares y resistencia a las operaciones de pos-cosecha. Una pregunta a resolver es: ¿existe correlación significativa entre los caracteres morfológicos aquí usados y los referidos al uso?

En la región andina, Colombia muestra la mayor variabilidad dentro de la especie cultivada (106 morfotipos en 117 entradas). Sin embargo, debemos anotar que en el Perú no se ha realizado un análisis exhaustivo de la variabilidad. La colección nacional que mantienen el CIP, analizada por Blas y Arbizu (1999) y Blas (2000), sólo consta de 66 entradas. Por otro lado, no se han analizado con detalle las colecciones del sur del Perú, en donde los informes preliminares indican alta variación (Meza, 1995; Meza *et al*., 1996). El análisis del germoplasma peruano de arracacha, incluyendo las colecciones más grandes, mantenidas por UNSAAC (Cusco), CIP, INIA y UNC, podrían dar mayores luces y permitir una mejor comparación con la de otros países.

Debemos anotar que existe una limitación importante para comparar la variabilidad existente en las colecciones principales, ésta se refiere al uso de descriptores no estandarizados en la caracterización morfológica. Por ejemplo, en el caso colombiano, la inclusión de descriptores cuyo registro depende mucho de la decisión del observador (el sabor bajo determinada forma de preparación) y descriptores que presentan alta variación en relación al medio (forma de raíz, hábito de crecimiento de la planta, forma de la corona (Rosso *et al*., 2002), conllevan a encontrar diferencias que probablemente no tienen significación. Por lo tanto, es necesario el uso de una lista mínima y única de descriptores morfológicos, lo cual puede permitir, un análisis más real de la variabilidad regional y la posibilidad de homologar las colecciones más importantes. Consecuentemente, tendremos mejores posibilidades de usar e intercambiar material genético a nivel regional.

La variabilidad morfológica exhibida por la arracacha en las diferentes colecciones de la región andina, incluida la presente, asi como, la variabilidad en caracteres relacionados con el uso (Seminario,2004), indican que la planta tiene buenas condiciones para el mejoramiento. Las posibilidades se incrementan con los nuevos conocimientos sobre la

biología reproductiva. Está claro que la arracacha es altamente heterocigota (Hermann, 1997; Santos, 2000) situación favorecida por el sistema de reproducción, con mayor tendencia a la heterogamia y con cierto grado de geitonogamia y semigeitonogamia. En todos los casos, las plantas requieren la intervención de insectos polinizadores y se ha demostrado también, que no existen barreras de incompatibilidad entre cultivares tradicionales y entre éstos y por lo menos dos parientes silvestres (***A. xanthorrhiza*** var. **xanthorriza** y ***A. xanthorrhiza*** var. **andina** (Knudsen 2003).

Análisis de componentes principales. Esta técnica, además de mostrar el valor discriminatorio de los 17 descriptores elegidos, con respecto a las 186 entradas, expresa la contribución individual de un carácter a un componente principal y a la variación total. El 100 % de la variación de las entradas se acumula hasta el componente 17 y los tres primeros, explican el 55 % de la variación (Tabla 3). Los caracteres que más contribuyeron al primer componente (28,1 % de la variación) fueron los correspondientes a la raíz reservante (3), destacando el color secundario de la pulpa de la raíz reservante; de los colinos (2) destacando el color secundario de la pulpa de los mismos y; de hoja (2) especialmente el color de la base de la vaina. Estos caracteres tuvieron los más altos coeficientes de correlación. Al segundo componente (15.7 % de la variación), contribuyeron más los caracteres de hoja (4) y planta (1) y; al tercer componente (11,5 % de la variación), contribuyeron más los caracteres de la raíz reservante (2) y colinos (1) (Tabla 4).

Morfotipos, nombres locales, forma hortícola y distribución. El 75 % de morfotipos corresponden a cultivares que el campesino reconoce con un nombre local (Tabla 5). Sin embargo son evidentes los casos de sinonimia y homonimia en estos nombres. Por este motivo, estos nombres no son útiles desde el punto de vista de la caracterización de morfotipos o cultivares. Pero seguramente, son muy útiles para los campesinos, porque estos nombres son de aplicación local; pues, se conoce que en cada comunidad existe sólo cierto número de cultivares y que cada familia cultiva sólo entre uno a cinco de éstos (Seminario, 2004). Excepcionalmente, se encontró que una familia de Ninabamba (Santa Cruz) mantenía 10 cultivares. En los morfotipos identificados, abundan cultivares conocidos como "blanca", "amarilla", "morada", que aluden al color principal de la pulpa y a la presencia de pigmentación lila (en diversos tonos) en la misma. Otros nombres se refieren al color del follaje, del peciolo, a la presencia de cera en el mismo y al lugar de procedencia (Tabla 5).

Si analizamos la composición de cada morfotipo, respecto al número de entradas que lo conforman (Tabla 5), comprobamos que el 59 % de morfotipos están formados por una sola entrada y en el otro extremo tenemos morfotipos formados por 8 a 12 entradas. De acuerdo a esto, existen seis morfotipos que serían los de mayor distribución en la región. Estos a la vez, son reconocidos por los agricultores con nombres locales

comunes. Ellos son: "Negra" (mishca), "blanca", "espelma", "yungay" (shinga), "huambina" y "shiguila grande".

Contrariamente a lo que podría esperarse, la mayor parte de morfotipos identificados, pertenecen a las formas hortícolas blanca pigmentada y blanca (37 % y 32 %, respectivamente) y en menor proporción a las formas amarilla y amarilla pigmentada (26 % y 5 %, respectivamente) (Tabla 5). En la región, los morfotipos más comerciales son los amarillos y en mínima proporción los blancos y los pigmentados. Estos dos últimos son preferidos para el autoconsumo de las familias, por ser los de mejor sabor (Seminario y Coronel, 2004)

Variabilidad y distribución geográfica del germoplasma. La mayor parte de entradas fueron colectadas en las provincias de Cutervo, Hualgayoc, Chota y Santa Cruz del departamento de Cajamarca. Esto se justificaba porque las informaciones preliminares indicaban que en estas provincias se encontraba la mayor variabilidad, lo cual se corrobora al analizar la distribución de morfotipos por provincias (Tabla 5). En estas provincias se distribuyen más de 25 morfotipos (cuadrícula en rojo, Fig. 2). Esta comprobación es importante, porque estas provincias son las de mayor producción de arracacha, con fines comerciales (además del autoconsumo), por lo tanto, se pensaba que la variabilidad podría ser escasa. En segundo lugar, son importantes, por el número de morfotipos, las áreas colindantes entre Cajamarca (Cutervo y Chota) y Lambayeque (Ferreñafe) y; la parte sur oriental de Amazonas (Bongará) (Fig. 2).

El ámbito de distribución del germoplasma está comprendido entre -4.5° LS (El Gramal, Sicchez, Ayavaca, Piura) y -10.7° LS (El Puente, Villa Rica, Oxapampa, Pasco). La altitud promedio de la colección es de 2466 msnm, pero ésta se distribuye en el rango de 1000 msnm (Pedro Ruíz, Bongará, Amazonas y La Sacilia, Cutervo, Cajamarca) hasta los 3600 msnm (Chinchos, Tambillo, Pachitea, Huánuco). Este ámbito está comprendido en las regiones Yunga marítima, Yunga fluvial, Quechua y Selva Alta (Pulgar Vidal, 1996), con tendencia marcada hacia la vertiente oriental, donde la ausencia de heladas, la mayor precipitación pluvial y la mayor humedad ambiental, hacen más propicio el cultivo. En estos ambientes, inclusive, las arracachas silvestres conviven en la forma de arvenses, con las cultivadas (Valderrama y Seminario, 2002).

La mayor parte de entradas fueron colectadas en ambientes con temperaturas promedio desde 12,7 °C hasta 19,9 °C y precipitaciones pluviales anuales desde 386 hasta 876,7 mm. Las temperaturas extremas, promedio, a las que se colectaron arracachas fueron de 9.1 °C y 20.2 °C y los extremos de precipitación pluvial fueron de 215 mm y 1476 mm por año. Lo más seguro es que en el primer caso, se usaba agua de riego complementaria.

Existen morfotipos que se distribuyen exclusivamente en determinados departa-

mentos: Uno en Piura, 11 en Amazonas, 48 en Cajamarca, seis en Lambayeque, uno en Huánuco y cuatro en Pasco. Cajamarca, Amazonas y Piura comparten dos morfotipos. Cajamarca y Amazonas comparten dos morfotipos. Amazonas y Piura comparten un morfotipo. Cajamarca, Amazonas y Pasco comparten un morfotipo. Piura, Amazonas y Huánuco comparten un morfotipo. Amazonas y Pasco comparten un morfotipo. Finalmente, el morfotipo de Coroico (Bolivia) se encuentra también en Cajamarca (San Ignacio y Cutervo). Del total de morfotipos, 68 (89 %), se distribuyen exclusivamente en el norte, cinco son exclusivos del centro (Huánuco y Pasco) y tres se encuentran en ambas regiones.

Estos resultados son importantes porque se pensaba que debido al flujo migracional entre los departamentos de Cajamarca, Amazonas y Piura (Seminario *et al.*, 2004) podría encontrarse un mayor número de morfotipos comunes. Probablemente en cada nicho de producción los cultivares evolucionaron independientemente, bajo la presión de las familias, de manera que, éstos se comportan mejor en ámbitos relativamente estrechos y por eso no han sido movidos a grandes distancias, lo cual se corrobora por el hecho que provincias aledañas, comparten mayor número de morfotipos (Tabla 5).

Es importante anotar que las provincias donde se concentra la mayor variabilidad son Cutervo (22 morfotipos, 13 exclusivos), Chota (17 morfotipos, siete exclusivos) y Hualgayoc (16 morfotipos y seis exclusivos). Es destacable también, que en las pocas entradas procedentes de los alrededores del pueblo de Incahuasi, Ferreñafe (Lambayque), se hayan encontrado seis morfotipos. Este pueblo está formado por indígenas Quechuas (hoy bilingües), que permanecieron relativamente aislados, hasta hace pocas décadas.

Si bien el número de morfotipos encontrados en el norte, indica alta variabilidad genética en esta región y, por otro lado, la distribución de morfotipos indica una mayor tendencia hacia el departamento de Cajamarca. Este resultado podría estar sesgado por la diferente presión de colección, ya que en este departamento se colectó más que en los otros. Por lo tanto, es conveniente hacer colectas más exhaustivas en los departamentos de Piura (Ayavaca, Huancabamba), Amazonas (Bongará, Chachapoyas, Rodríguez de Mendoza) y Lambayeque (Incahuasi y Cañaris, Ferreñafe), La Libertad (Huamachuco, Otuzco), Ancash (provincias orientales) y Cajamarca (Jaen -parte alta-, San Ignacio), para hacer un análisis comparativo más completo.

Conclusiones

El germoplasma de arracacha cultivada que mantiene el PRTA-UNC, consta de 76 morfotipos, que se distribuyen en los departamentos de Cajamarca (48), Amazonas (11) y Lambayeque (6), principalmente. Sólo cuatro morfotipos son compartidos por los departamentos del norte y tres se comparten entre los departamentos del norte y los del centro (Huánuco y Pasco).

La mayor parte de entradas y morfotipos pertenecen a las formas hortícolas blanca pigmentada y blanca y se distribuyen en las regiones Yunga marítima, Yunga fluvial, Quechua y Selva Alta, entre los 1000 y 3600 msnm, con mayor tendencia hacia la vertiente oriental

Las provincias con mayor variabilidad de arracacha cultivada son Cutervo, Chota y Hualgayoc, en el departamento de Cajamarca.

Agradecimiento

A Segundo Cusquisiban y José Vásquez, trabajadores del PRTA-UNC, por su contribución al mantenimiento del germoplasma en campo.

Literatura citada

Blas, R. y Arbizu, C. 1999. Caracterización morfológica de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*). En: T. Fairlie, M. Morales Bermúdez y M. Holle (eds). Raíces y Tbérculos Andinos. Avances de Investigación I. Centro Internacional de la Papa, CONDESAN.p.111-122

Blas, R. 2000. Diversité génetic et eléments de Physiologie chez l'arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Glembloux. 67 p.

Castillo, R. Caracterización molecular de 29 morfotipos de arracacha de la colección ecuatoriana de *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft. En: Libro de resúmenes del IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos "Oscar Blanco Galdos". 22-25 de abril, 1997. CICA-UNSAAC, ARARIWA, Cusco, Perú. p.42.

Hermann, M. 1997. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). pp. 75-172. In: M. Hermann and J. Heller (eds). Andean root and tubers: Ahipa, arracaccha, maca and yacón. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 21. IPGRI, Roma, Italia.

Knudsen, S. R., M. Hermann, and M. Sorensen. 2001. Flowering in six clones of the Andean root crop arracacha (***Arracacia xanthorriza*** Bancroft). Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 76: 454-458.

Knudsen, S. R. 2003. Sexual reproduction of the Andean root crop arracacha. II: Pollination and pollen physiology. Submit to Phytica.

Meza, G. 1995. Variedades nativas de virraca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en Cusco. Centro de Investigación en Cultivos Andinos, Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNSAAC, Cusco. 14 p.

Meza, G.; V. Astete y P. Cruz. 1996. Cultivo de la virraca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en Cusco y Apurimac. Separata. Centro de Investigación en Cultivos Andinos, Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNSAAC, Cusco. s.p.

Plasencia, G. y I. Sánchez. 1972. Ensayo comparativo de diez clones de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) en Cajamarca. Revista de la UNTC No 2: 73-86.

Pulgar Vidal, J. 1996. Geografía del Peru. Las ocho regiones naturales, la regionalización transversal, la sabiduría ecológica tradicional. Décima edición. PEISA, Bogotá, Colombia. 302 p.

Rodríguez, A. 1998. Caracterización morfológica y evaluación preliminar del germoplasma de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) del norte peruano. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Cajamarca, Perú. 118 p.

Rosel, M. 1983. Evaluación de las características fenotípicas de 37 clones de germoplasma de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en el valle de Cajamarca, Perú. Tesis Ing. Agr.., Programa Académico de Agronomía, Universidad Nacional de Cajamarca. 70 p.

Rosso, C.A.; C.I. Medina y M. Lobo. 2002. Morphologic characterization and agronomic evaluation of a colombian collection of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Plant Genetic Newletter No 123: 22-29.

Santos, F.F. 2000. Algunos resultados de investigación aplicada en arracacha en Brasil, en Raíces Andinas, Manual de Capacitación. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. Fascículo 20. 3 p.

Seminario, J. y T. Coronel. 2004. Aspectos etnobotánicos y económicos de la arracacha en Mollebamba, Huambos (19). En: J. Seminario (ed.). Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigaciones para el desarrollo (1993-2003) No 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú p. 261-277.

Seminario, J. 2004. Notas sobre etnobotánica de la arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft) en el norte peruano (17). En: J. Seminario (ed.). Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigaciones para el desarrollo (1993-2003) No 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú. p. 1-38.

Seminario, J.; M.Valderrama y J. Romero. 2004. Variabilidad morfológica y distribución geográfica del yacón *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. Arnaldoa (UPAO, Trujillo) 11 (1): 139-160.

Valderrama, M. y Seminario, J. 2002. Los parientes silvestres de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) y su uso en medicina tradicional, en el norte peruano. Arnaldoa (UPAO, Trujillo) 9 (1): 67-91.

Vásquez, N.C. 2002. Colección, caracterización y conservación *ex situ* de material genético de *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft en Colombia. Informe final técnico y financiero. Proyecto Integral Raíces Andinas. CORPOICA, Centro Internacional de la Papa (Programa Colaborativo de Diversidad y Uso de Raíces y Tubérculos Andinos), Ibague, Colombia.

Tabla 1. Datos de pasaporte del germoplasma de arracacha (***Arracacia xanthorrhiza*** Banncroft), UNC

ENTRADA	LOC	ALT	LATS	LONO	DIST	PROV	DPTO
CARRUNC002	Marainío	2600	-4,62583	-79,61667	Ayabaca	Ayabaca	PI
CARRUNC003	El Gramal	1700	-4,56417	-79,75806	Sicchez	Ayabaca	PI
CARRUNC004	Llaucán	2565	-6,76250	-78,52250	Bambamarca	Hualgayoc	CA
CARRUNC006	Llaucán	2500	-6,73917	-78,52250	Bambamarca	Hualgayoc	CA
CARRUNC007	El Gramal	1700	-4,56417	-79,75806	Sicchez	Ayabaca	PI
CARRUNC008	Namora	2760	-7,19278	-78,31778	Namora	Cajamarca	CA
CARRUNC009	Namora	2760	-7,19278	-78,31778	Namora	Cajamarca	CA
CARRUNC010	Yanamango	2300	-7,22722	-78,41666	Jesús	Cajamarca	CA
CARRUNC011	La Bendiza	2300	-7,24167	-78,41306	Jesús	Cajamarca	CA
CARRUNC013	Aradas de Chonta	1600	-4,62639	-79,53111	Montero	Ayabaca	PI
CARRUNC014	Aradas de Chonta	1600	-4,62639	-79,53111	Montero	Ayabaca	PI
CARRUNC016	San Juan de la Miel	1800	-16,36667	-68,08330	Coroico	Nor Yungas	La Paz*
CARRUNC017	Marranillo	2600	-4,62583	-79,61667	Ayabaca	Ayabaca	PI
CARRUNC018	Marranillo	2600	-4,62583	-79,61667	Ayabaca	Ayabaca	PI
CARRUNC019	Nuevo Paraíso	1750	-5,34000	-78,83917	Chirinos	San Ignacio	CA
CARRUNC020	La Tranca	1650	-5,33222	-78,84027	Chirinos	San Ignacio	CA
CARRUNC021	La Tranca	1650	-5,33222	-78,84027	Chirinos	San Ignacio	CA
CARRUNC022	La Tranca	1650	-5,33222	-78,84027	Chirinos	San Ignacio	CA
CARRUNC023	La Tranca	1650	-5,33222	-78,84027	Chirinos	San Ignacio	CA
CARRUNC027	Las Pirias	1550	-5,33917	-78,83278	Chirinos	San Ignacio	CA
CARRUNC028	Nuevo Paraíso	1600	-5,34000	-78,83917	Chirinos	San Ignacio	CA
CARRUNC029	La Tranca	1850	-5,33222	-78,84027	Chirinos	San Ignacio	CA
CARRUNC030	La Tranca	1850	-5,33222	-78,84027	Chirinos	San Ignacio	CA
CARRUNC034	Nuevo Paraíso	1750	-5,34000	-78,83916	Chirinos	San Ignacio	CA
CARRUNC035	Chinchiquilla	1600	-5,34000	-78,83916	Chirinos	San Ignacio	CA
CARRUNC037	Sorochuco	2850	-6,84138	-78,17527	Sorochuco	Celendín	CA
CARRUNC038	Sorochuco	2850	-6,84138	-78,17527	Sorochuco	Celendín	CA
CARRUNC039	Suyupampa	2250	-4,65670	-79,69800	Ayabaca	Ayabaca	PI
CARRUNC040	Suyupampa	2250	-4,65670	-79,69800	Ayabaca	Ayabaca	PI
CARRUNC041	Churucancha	2050	-6,50555	-78,73305	Lajas	Chota	CA
CARRUNC042	Churucancha	2050	-6,50555	-78,73305	Lajas	Chota	CA
CARRUNC043	Churucancha	2050	-6,50555	-78,73305	Lajas	Chota	CA
CARRUNC044	Mollebamba	2020	-6,35305	-78,84666	Huambos	Chota	CA
CARRUNC045	Mollebamba	2020	-6,35305	-78,84666	Huambos	Chota	CA
CARRUNC046	Mollebamba	2020	-6,35305	-78,84666	Huambos	Chota	CA

ENTRADA	LOC	ALT	LATS	LONO	DIST	PROV	DPTO
CARRUNC048	Cloruro	2080	-6,33944	-78,84638	Huambos	Chota	C A
CARRUNC049	La Fila	2520	-6,33583	-79,00416	Querocoto	Chota	C A
CARRUNC050	La Fila	2520	-6,33583	-79,00416	Querocoto	Chota	C A
CARRUNC051	La Fila	2520	-6,33583	-79,00416	Querocoto	Chota	C A
CARRUNC052	Vista Alegre	2340	-6,33333	-79,00527	Querocoto	Chota	C A
CARRUNC054	Vista Alegre	2340	-6,33333	-79,00527	Querocoto	Chota	C A
CARRUNC055	La Palma	2350	-6,33333	-79,00000	Querocoto	Chota	C A
CARRUNC056	La Palma	2350	-6,33333	-79,00000	Querocoto	Chota	C A
CARRUNC057	Pacopampa	2300	-6,33833	-79,00166	Querocoto	Chota	C A
CARRUNC058	Pacopampa	2300	-6,33833	-79,00166	Querocoto	Chota	C A
CARRUNC059	Pajonal	2100	-6,17277	-78,67388	San Andrés	Cutervo	C A
CARRUNC060	Pajonal	2100	-6,17277	-78,67388	San Andrés	Cutervo	C A
CARRUNC061	Pajonal	2100	-6,17277	-78,67388	San Andrés	Cutervo	C A
CARRUNC062	Pajonal	2100	-6,17277	-78,67388	San Andrés	Cutervo	C A
CARRUNC063	Pajonal	2300	-6,21194	-78,69027	San Andrés	Cutervo	C A
CARRUNC065	Las Grutas	2400	-6,17638	-78,66833	San Andrés	Cutervo	C A
CARRUNC066	Las Grutas	2400	-6,17638	-78,66833	San Andrés	Cutervo	C A
CARRUNC067	Las Grutas	2400	-6,17638	-78,66833	San Andrés	Cutervo	C A
CARRUNC069	Bambamarca	2500	-6,66861	-78,50333	Bambamarca	Hualgayoc	C A
CARRUNC070	Bambamarca	2500	-6,66861	-78,50333	Bambamarca	Hualgayoc	C A
CARRUNC071	Bambamarca	2500	-6,66861	-78,50333	Bambamarca	Hualgayoc	C A
CARRUNC074	Mitopampa	2200	-6,51583	-78,83916	Santa Cruz	Santa Cruz	C A
CARRUNC076	Mitopampa	2200	-6,66944	-78,83916	Santa Cruz	Santa Cruz	C A
CARRUNC077	Romero Circa	2350	-6,66944	-78,83888	Santa Cruz	Santa Cruz	C A
CARRUNC078	Romero Circa	2350	-6,66944	-78,83888	Santa Cruz	Santa Cruz	C A
CARRUNC079	Maraypampa	2250	-6,51583	-78,85833	Santa Cruz	Santa Cruz	C A
CARRUNC080	Maraypampa	2250	-6,51583	-78,85833	Santa Cruz	Santa Cruz	C A
CARRUNC081	Maraypampa	2250	-6,51583	-78,85833	Santa Cruz	Santa Cruz	C A
CARRUNC083	Maraypampa	2250	-6,51583	-78,85833	Santa Cruz	Santa Cruz	C A
CARRUNC084	Maraypampa	2250	-6,51583	-78,85833	Santa Cruz	Santa Cruz	C A
CARRUNC086	Huayllapampa	3500	-7,20722	-78,53611	Cajamarca	Cajamarca	C A
CARRUNC087	Chalaques	2580	-6,97277	-78,86944	San Miguel	San Miguel	C A
CARRUNC088	Chalaques	2580	-6,97277	-78,86944	San Miguel	San Miguel	C A
CARRUNC091	Chalaques	2580	-6,97277	-78,86944	San Miguel	San Miguel	C A
CARRUNC092	Chalaques	2580	-6,97277	-78,86944	San Miguel	San Miguel	C A
CARRUNC093	Chalaques	2580	-6,97277	-78,86944	San Miguel	San Miguel	C A
CARRUNC094	Chinchiquilla	1600	-5,34000	-78,83916	Chirinos	San Ignacio	C A
CARRUNC095	Aradas de Chonta	1600	-4,62361	-79,53111	Montero	Ayabaca	PI
CARRUNC096	Pedro Ruiz	1000	-5,91277	-77,92388	Pedro Ruiz	Bongara	A M

ENTRADA	LOC	ALT	LATS	LONO	DIST	PROV	DPTO
CARRUNC097	Pedro Ruiz	1000	-5,91277	-77,92388	Pedro Ruiz	Bongara	AM
CARRUNC098	Cantor	2000	-6,03361	-78,70638	Pinpingos	Cutervo	CA
CARRUNC099	Cantor	2000	-6,03361	-78,70638	Pinpingos	Cutervo	CA
CARRUNC100	Sacilia	1000	-6,23333	-78,69833	Toribio Casanova	Cutervo	CA
CARRUNC103	Sacilia	1000	-6,23333	-78,69833	Toribio Casanova	Cutervo	CA
CARRUNC104	Las Palmas	2300	-6,26083	-78,89305	Querocotillo	Cutervo	CA
CARRUNC105	Pión	1900	-6,48750	-78,43750	Pión	Chota	CA
CARRUNC106	Pión	1900	-6,48750	-78,43750	Pión	Chota	CA
CARRUNC109	Pión	1900	-6,48750	-78,43750	Pión	Chota	CA
CARRUNC110	Palcopampa	2500	-6,36666	-79,01666	Choropampa	Chota	CA
CARRUNC111	Palcopampa	2500	-6,36666	-79,01666	Choropampa	Chota	CA
CARRUNC112	Manchavin	2100	-7,31250	-78,49222	Asunción	Cajamarca	CA
CARRUNC114	Santo Tomas	1950	-6,16833	-78,61527	Santo Tomas	Cutervo	CA
CARRUNC116	Santo Tomas	2000	-6,16722	-78,61527	Santo Tomas	Cutervo	CA
CARRUNC117	Santo Tomas	2000	-6,16722	-78,61527	Santo Tomas	Cutervo	CA
CARRUNC118	Santo Tomas	2000	-6,16722	-78,61527	Santo Tomas	Cutervo	CA
CARRUNC119	Santo Tomas	2000	-6,16722	-78,61527	Santo Tomas	Cutervo	CA
CARRUNC120	Santo Tomas	2000	-6,16722	-78,61527	Santo Tomas	Cutervo	CA
CARRUNC122	Huañambra	2780	-6,88472	-78,16500	Celendín	Celendín	CA
CARRUNC123	Huañambra	2780	-6,88472	-78,16500	Celendín	Celendín	CA
CARRUNC124	Chuquilin	2400	-6,33888	-78,60277	Anguia	Chota	CA
CARRUNC126	Chuquilin	2400	-6,33888	-78,60277	Anguia	Chota	CA
CARRUNC127	Chuquilin	2400	-6,33888	-78,60277	Anguia	Chota	CA
CARRUNC128	Maraypampa	2250	-6,51583	-78,85833	Santa Cruz	Santa Cruz	CA
CARRUNC131	Tacamache	2850	-6,67944	-78,75166	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC132	Tacamache	2850	-6,67944	-78,75166	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC133	Tacamache	2850	-6,67944	-78,75166	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC137	Tacamache	2850	-6,67944	-78,75166	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC138	Tacamache	2850	-6,67944	-78,75166	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC139	Tacamache	2850	-6,67944	-78,75166	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC140	Tacamache	2850	-6,67944	-78,75166	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC141	Tacamache	2850	-6,67944	-78,75166	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC143	Tacamache	2850	-6,67944	-78,75166	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC144	Achiramayo	2400	-6,68750	-78,76083	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC145	Achiramayo	2400	-6,68750	-78,76083	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC147	La Samana - Chuquimayo	2150	-6,64944	-78,79972	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC149	Yauyucan	2250	-6,68472	-78,81972	Yauyucan	Hualgayoc	CA

ENTRADA	LOC	ALT	LATS	LONO	DIST	PROV	DPTO
CARRUNC152	Huasipampa	2250	-6,61222	-78,79083	Yauyucan	Hualgayoc	CA
CARRUNC153	Huasipampa	2250	-6,61222	-78,79083	Yauyucan	Hualgayoc	CA
CARRUNC154	Huasipampa	2250	-6,61222	-78,79083	Yauyucan	Hualgayoc	CA
CARRUNC157	Tacamache	2850	-6,67944	-78,75166	Chugur	Hualgayoc	CA
CARRUNC158	Minas	2200	-6,28611	-78,68472	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC159	Minas	2200	-6,28611	-78,68472	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC160	Minas	2200	-6,28611	-78,68472	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC161	Minas	2200	-6,28611	-78,68472	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC162	Minas	2200	-6,28611	-78,68472	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC163	Minas	2200	-6,28611	-78,68472	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC169	Chontapaccha	2850	-7,14000	-78,66833	Chetilla	Cajamarca	CA
CARRUNC171	Miraflores	1814	-10,55000	-75,38333	Oxapampa	Oxapampa	PA
CARRUNC173	Primavera	1820	-10,56666	-75,36666	Oxapampa	Oxapampa	PA
CARRUNC174	El Tubo	2340	-7,15833	-78,69666	Chetilla	Cajamarca	CA
CARRUNC175	Pedro Ruiz	1020	-5,92666	-77,90777	Pedro Ruiz	Bongará	AM
CARRUNC180	San Cristobal	2800	-7,20722	-78,61305	Magdalena	Cajamarca	CA
CARRUNC181	San Cristobal	2800	-7,20722	-78,61305	Magdalena	Cajamarca	CA
CARRUNC182	Cumbico	2600	-7,21083	-78,62944	Magdalena	Cajamarca	CA
CARRUNC186	Chinchos	3600	-9,91666	-76,03333	Tambillo	Pachitea	HU
CARRUNC189	Jumpicuy	3500	-9,91666	-76,03333	Molinos	Pachitea	HU
CARRUNC190	Puente	2090	-10,71666	-75,26666	Villa Rica	Oxapampa	PA
CARRUNC193	Oxapampa	1814	-10,55000	-75,38333	Oxapampa	Oxapampa	PA
CARRUNC194	Oxapampa	1814	-10,55000	-75,38333	Oxapampa	Oxapampa	PA
CARRUNC195	Oxapampa	1814	-10,55000	-75,38333	Oxapampa	Oxapampa	PA
CARRUNC197	Bebedero	2400	-7,45416	-79,05583	Nietos	San Miguel	CA
CARRUNC218	Carrera	1960	-5,86944	-77,97000	La Florida	Bongara	AM
CARRUNC219	Carrera	2020	-5,86944	-77,97000	La Florida	Bongara	AM
CARRUNC222	Moisela	2380	-5,79888	-77,89111	Yambrasbamba	Bongara	AM
CARRUNC223	Shucayacu	1870	-5,98027	-77,85305	Yambrasbamba	Bongara	AM
CARRUNC224	Shucayacu	1870	-5,98027	-77,85305	Yambrasbamba	Bongara	AM
CARRUNC225	Shucayacu	1870	-5,98027	-77,85305	Yambrasbamba	Bongara	AM
CARRUNC226	Shucayacu	1870	-5,98027	-77,85305	Yambrasbamba	Bongara	AM
CARRUNC227	Fdo. El Porvenir	1950	-6,77138	-77,90027	Yambrasbamba	Bongara	AM
CARRUNC228	Fdo. El Porvenir	1950	-6,77138	-77,90027	Yambrasbamba	Bongara	AM
CARRUNC229	Fdo. El Porvenir	1950	-6,77138	-77,90027	Yambrasbamba	Bongara	AM
CARRUNC230	Fdo. El Porvenir	1950	-6,77138	-77,90027	Yambrasbamba	Bongara	AM
CARRUNC231	Rincón del Boca	1900	-5,98666	-77,75222	Yambrasbamba	Bongara	AM
CARRUNC244	Atapaca	1350	-5,12638	-78,98750	San Ignacio	San Ignacio	CA

ENTRADA	LOC	ALT	LATS	LONO	DIST	PROV	DPTO
CARRUNC248	El Rejo	2400	-6,48250	-78,60722	Paccha	Chota	CA
CARRUNC251	Castilla Rosa	3060	-6,23056	-79,31250	Inkawasi	Ferreñafe	LA
CARRUNC252	Surupucro	3080	-6,23083	-79,31194	Inkawasi	Ferreñafe	LA
CARRUNC253	Cruz Aliso	3200	-6,23278	-79,29972	Inkawasi	Ferreñafe	LA
CARRUNC254	Cruz Aliso	3200	-6,23278	-79,29972	Inkawasi	Ferreñafe	LA
CARRUNC255	Surupucro	3080	-6,23083	-79,31194	Inkawasi	Ferreñafe	LA
CARRUNC258	Waravía	3080	-6,23000	-79,32055	Inkawasi	Ferreñafe	LA
CARRUNC260	Waravía	3080	-6,23000	-79,32055	Inkawasi	Ferreñafe	LA
CARRUNC261	Waravía	3080	-6,23000	-79,32055	Inkawasi	Ferreñafe	LA
CARRUNC262	San Ignacio	1220	-5,16500	-79,00444	San Ignacio	San Ignacio	CA
CARRUNC264	San Ignacio	1220	-5,16500	-79,00444	San Ignacio	San Ignacio	CA
CARRUNC266	Romerillo	1820	-5,19806	-79,09139	San Ignacio	San Ignacio	CA
CARRUNC267	Romerillo	1900	-5,20861	-79,09333	San Ignacio	San Ignacio	CA
CARRUNC268	Huarrago	2450	-6,27220	-78,69270	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC269	Minas	2250	-6,28620	-78,68500	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC270	Minas	2250	-6,28620	-78,68500	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC271	Huarrago	2450	-6,27220	-78,69270	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC272	Tacabamba	2300	-6,38800	-78,60860	Tacabamba	Chota	CA
CARRUNC273	Mitopampa	2200	-6,51600	-78,84000	Santa Cruz	Santa Cruz	CA
CARRUNC274	Mitopampa	2200	-6,51600	-78,84000	Santa Cruz	Santa Cruz	CA
CARRUNC275	Cusilguan	2500	-6,41330	-79,00440	Huambos	Chota	CA
CARRUNC276	San Carlos	2100	-6,50555	-78,73305	Lajas	Chota	CA
CARRUNC277	Mitopampa	2200	-6,51600	-78,84000	Santa Cruz	Santa Cruz	CA
CARRUNC278	Romero Circa	2350	-6,66950	-78,84000	Santa Cruz	Santa Cruz	CA
CARRUNC279	Huarrago	2450	-6,27220	-78,69270	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC280	Cusilguan	2500	-6,41330	-79,00440	Huambos	Chota	CA
CARRUNC281	Mitopampa	2200	-6,51600	-78,84000	Santa Cruz	Santa Cruz	CA
CARRUNC282	Mitopampa	2200	-6,51600	-78,84000	Santa Cruz	Santa Cruz	CA
CARRUNC283	Campamento	2300	-6,40750	-79,02250	Querocoto	Chota	CA
CARRUNC284	Huarrago	2450	-6,27220	-78,69270	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC285	San Carlos	2100	-6,50555	-78,73305	Lajas	Chota	CA
CARRUNC286	Romero Circa	2350	-6,66950	-78,84000	Santa Cruz	Santa Cruz	CA
CARRUNC287	Churucancha	2080	-6,50555	-78,73305	Lajas	Chota	CA
CARRUNC288	Huarrago	2450	-6,27220	-78,69270	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC289	Huarrago	2450	-6,27220	-78,69270	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC290	Huarrago	2450	-6,27220	-78,69270	Sócota	Cutervo	CA
CARRUNC291	Huarrago	2450	-6,27220	-78,69270	Sócota	Cutervo	CA

* Bolivia
LOC: Localidad
ALT: Altitud (msnm)
LATS: Latitud sur
LONO: Longitud oeste
DIST: Distrito
PROV: Provincia
DPTO: Departamento

AM: Amazonas
CA: Cajamarca
HU: Huánuco
LA: Lambayeque
PA: Pasco
PI: Piura

Tabla 2. Descriptores para arracacha cultivada (versión 2003: PRTA-UNC)

1. Color predominante del follaje

1 Verde amarillento (144B)
2 Verde (146 A –B)
3 Verde oscuro (147A)
4 Verde purpureo
5 Púrpura grisaceo con verde

2. Color del envés

1 Verde (146C –143C)
2 Verde con nervaduras pigmentadas0
3 Marrón (200C)

3. Pigmentación en borde de los foliolos

0 Ausente
1 Presente

4. Borde de los foliolos

1 Doblemente aserrado superficial
2 Doblemente aserrado
3 Doblemente aserrado profundo

5. Abundancia de foliolos

1 Bajo (2 pares)
2. Medio 3 pares
3. Alto (4 pares)

6. Color principal del pecíolo

1 Verde amarillento (144B- 145A)
2 Verde (146 C)
3 Púrpura grisáceo claro (183C-184A)
4 Púrpura grisáceo oscuro (187A-183A)
5 Marrón purpùreo (200A)

7. Color secundario del pecíolo y su distribución

0 Ausente
1 Púrpura grisáceo claro (184B-183C) difuminado hasta el ápice del pecíolo.
2 Púrpura grisáceo oscuro (187A-183A) difuminado hasta la mitad del pecíolo
3 Púrpura en la mitad longitudinalmente opuesta

8. Cerosidad en el pecíolo

0 Ausente
1 Presente

9. Color de la base de la vaina

1 Blanco (155B)
2 Púrpura rojizo claro (64D, 66D, 61C)
3 Púrpura rojizo oscuro (59B, 60C)
4 Gris purpureo (187C- 183B)

10. Color predominante de la pulpa de los colinos

1 Blanco (155D)
2 Amarillo claro (5D, 6D, 10D)
3 Amarillo oscuro (7B, 8B, 9B)
4 Naranja
5 Púrpura claro

11. Color secundario de la pulpa de los colinos

0 Ausente
1 Presente

12. Distribución del color secundario de la pulpa de los colinos

0 Ausente
1 Anillo vascular
2 Irregularmente distribuido

13. Color externo de la raíz

1. Amarillo claro (6D, 5D)
2. Amarillo (8B, 10B, 10C)
3. Púrpura rojizo oscuro (61B, 64B)
4. Púrpura rojizo claro (72D, 78D)
5. Amarillo blanco (158B. 159C)
6. Amarillo grisaceo (161C)

14. Color predominante de la pulpa de la raíz reservante

1Blanco (155D)
2 Amarillo claro (6D, 10C, 5D)
3 Amarillo oscuro (7B)
4 Naranja
5 Púrpura rojizo claro (78D)
6 Púrpura

15. Color secundario de la pulpa de la raíz reservante

0 Ausente
1 Presente

16. Distribución del color secundario de la pulpa de la raíz reservante

0 Ausente
1 Sólo en anillo vascular
2 Anillo vascular y zona cortical
3 Irregularmente distribuido

17. Tendencia a la producción de quimeras en las raíces reservantes

0 Ausente
1 Presente

Tabla 3. Contribución relativa de los componentes principales a la variación total de la colección de arracacha UNC

Componente Principal	% de variación	% de variación acumulado
1	28.14	28.14
2	15.70	43.84
3	11.49	55.33
4	8.12	63.45
5	6.48	69.93
6	5.87	75.70
7	4.63	80.43
8	4.06	84.49
9	3.46	87.95
10	2.89	90.84
11	2.61	93.45
12	2.07	95.52
13	1.54	97.06
14	1.38	98.44
15	0.95	99.49
16	0.47	99.86
17	0.14	100.00

Tabla 4. Características morfológicas asociadas a los tres primeros componentes principales de 186 entradas de arracacha de la UNC, según 17 caracteres.

Componente Principal	**% de variación**	**Caracteres morfológicos**
1	28.14	-Color secundario de la pulpa de los colinos (- 0,95) -Color secundario de la pulpa de la raíz reservante (- 0,93) -Distribución del color secundario de la pulpa de los colinos (-0,93) -Tendencia a la producción de quimeras en raíces (- 0,91) -Distribución del color secundario de la pulpa de la raíz reservante (- 0,80) -Color de la base de la vaina (0,52) -Cerosidad en el pecíolo (0,44)
2	15.70	-Color principal del pecíolo (0,84) -Color predominante del follaje (0,83) -Borde de los foliolos (0,66) -Pigmentación en borde de los foliolos (0,61) - Color del envés de la hoja (0,58)
3	11.49	-Color predominante de la pulpa de la raíz reservante (- 0,77) -Color externo de la raíz (0,73) -Color predominante de la pulpa de los colinos (- 0,72)

Tabla 5. Agrupamiento del germoplasma de arracacha UNC, por morfotipos y forma hortícola y; distribución por provincias.

Morfo-tipo	Nombre local	Forma hortícola	Entradas	Distribución: Provincias
M1	Negra, mishca	A	2, 3, 17, 30, 39, 96, 119, 244, 262, 264, 266	Ayavaca, San Ignacio, Bongará, Cutervo, Chota, Hualgayoc,
M2	Blanca	A	4, 8, 10, 11, 38, 71, 123, 162, 169, 171, 174, 181	Hualgayoc, Cajamarca, Celendín, Bongará, Cutervo, Oxapamapa
M3	Chufa, amarilla	A	43, 45, 81, 88, 126, 132, 144, 157, 277	Chota, Santa Cruz, San Miguel, Chota, Hualgayoc
M4		A	182	Cajamarca
M5	Amarilla	A	16, 35, 120	Coroico(Bol),San Ignacio, Cutervo
M6	Espelma, huacra	B	28, 42, 46, 50, 76, 145, 153, 248, 284.	San Ignacio, Chota, Santa Cruz, Hualgayoc, Chota
M7		B	218	Bongará
M8		B	59	Cutervo
M9	Blanca	B	7, 49, 197	Ayavaca, Chota, San Miguel
M10		B	160, 268	Cutervo,
M11		B	41, 44, 80, 161, 275.	Chota, Santa Cruz, Cutervo
M12		B	149	Hualgayoc
M13	Mestiza	B	116	Cutervo
M14	Blanca	B	223	Bongará
M15	Blanca	A	13, 175, 180	Ayavaca, Bongará, Cajamarca
M16	Blanca	A	189	Pachitea (huanuco)
M17	Azafrana	A	100, 105	Cutervo, Chota
M18	Amarilla	A	222	Bongará
M19	Amarilla	A	230	Bongará
M20	Amarilla	A	18, 154, 186	Ayavaca, Hualgayoc, Pachitea (Huan.)
M21		A	195	Oxapampa (Pasco)
M22		A	193	Oxapamapa (Pasco), Bongará
M23		A	227	Bongará
M24		AP	19	San Ignacio
M25	Blanca	A	252, 255, 261	Ferreñafe
M26		B	87	San Miguel
M27		B	97	Bongará
M28	Blanca	B	127	Chota,
M29	Sonarca	B	6, 78, 286, 283	Hualgayoc, Santa Cruz

M30	Huacra, chaucha	B	69, 70.	Hualgayoc
M31	Amarilla	A	253	Ferreñafe
M32	Blanca	A	258	Ferreñafe
M33	Yungay, shinga, blanca, maría blanca, jaena	B	9, 22, 23, 62, 65, 74, 86, 99, 112, 122, 133, 139	Cajamarca, San Ignacio, Cutervo Santa Cruz, Celendín, Hualgayoc,
M34	Blanca	B	254	Ferreñafe
M35		B	226	Bongará
M36	Sonarca, jaena	BP	14, 21, 27, 40, 51, 56, 60, 93, 104, 128	Ayavaca, San Ignacio, Chota, San Miguel, Cutervo, Santa Cruz
M37	Shiguila	BP	111, 141	Chota, Hualgayoc
M38		BP	20, 29, 34, 94.	San Ignacio
M39		BP	95	Ayavaca,
M40		BP	190	Oxapampa (Pasco)
M41	Huambina	BP	37, 219, 57, 83, 84	Celendín, Bongará, Chota, Santa Cruz
M42	Shiguila grande, chisiglanita, negra	BP	48, 54, 58, 61, 66, 98, 117, 152	Chota, Cutervo, Hualgayoc
M43	Morada, shiguila	BP	52, 55	Chota
M44	Calderona	BP	77, 79, 114, 143	Santa Cruz, Cutervo, Hualgayoc
M45	Chotana	BP	138	Hualgayoc,
M46	Chotana	BP	131, 137	Hualgayoc
M47	Cerosa	BP	140	Hualgayoc
M48	Amarilla	BP	124	Chota
M49	Morada, chotana	BP	224, 229	Bongará
M50	Blanca	B	225	Bongará
M51	Ceniza, negra	BP	158, 159	Cutervo
M52	Morada, crespa	BP	63, 67	Cutervo
M53		BP	91, 92	San Miguel
M54	Amarilla	A	173	Oxapampa (Pasco)
M55	Rucia	B	251	Ferreñafe
M56	Colorada, blanca	BP	106, 109, 110	Chota
M57	Morada	BP	260	Ferreñafe
M58	Amarilla	AP	228	Bongará
M59	Amarilla	A	103.	Cutervo
M60		AP	194	Oxapampa (Pasco)
M61	Caderona	BP	147	Hualgayoc
M62	Morada	BP	163.	Cutervo
M63	Morada	BP	118	Cutervo
M64	Oque	BP	231	Bongará

M65	Morada	BP	267	San Ignacio
M66	Ceniza Pomacochas	B	270	Cutervo
M67	Blanca antigua	B	269	Cutervo
M68	Jaen (3)	B	285	Chota
M69	Uva blanca	B	288	Cutervo
M70	Ceniza blanca	B	289	Cutervo
M71	Amarilla hoja verde	A	290	Cutervo
M72	Canela	BP	271, 272, 274	Cutervo
M73	Jaen (2)	BP	276, 281, 278	Chota
M74	Morada	BP	273.	Santa Cruz
M75	Chotana	BP	279, 280, 287, 282	Chota
M76	NN	AP	291	Cuervo
	Total		186	

A = Amarilla, B = blanca, AP = Amarilla pigmentada, BP = Blanca pigmentada
(la pigmentación es antociánica: púrpura)

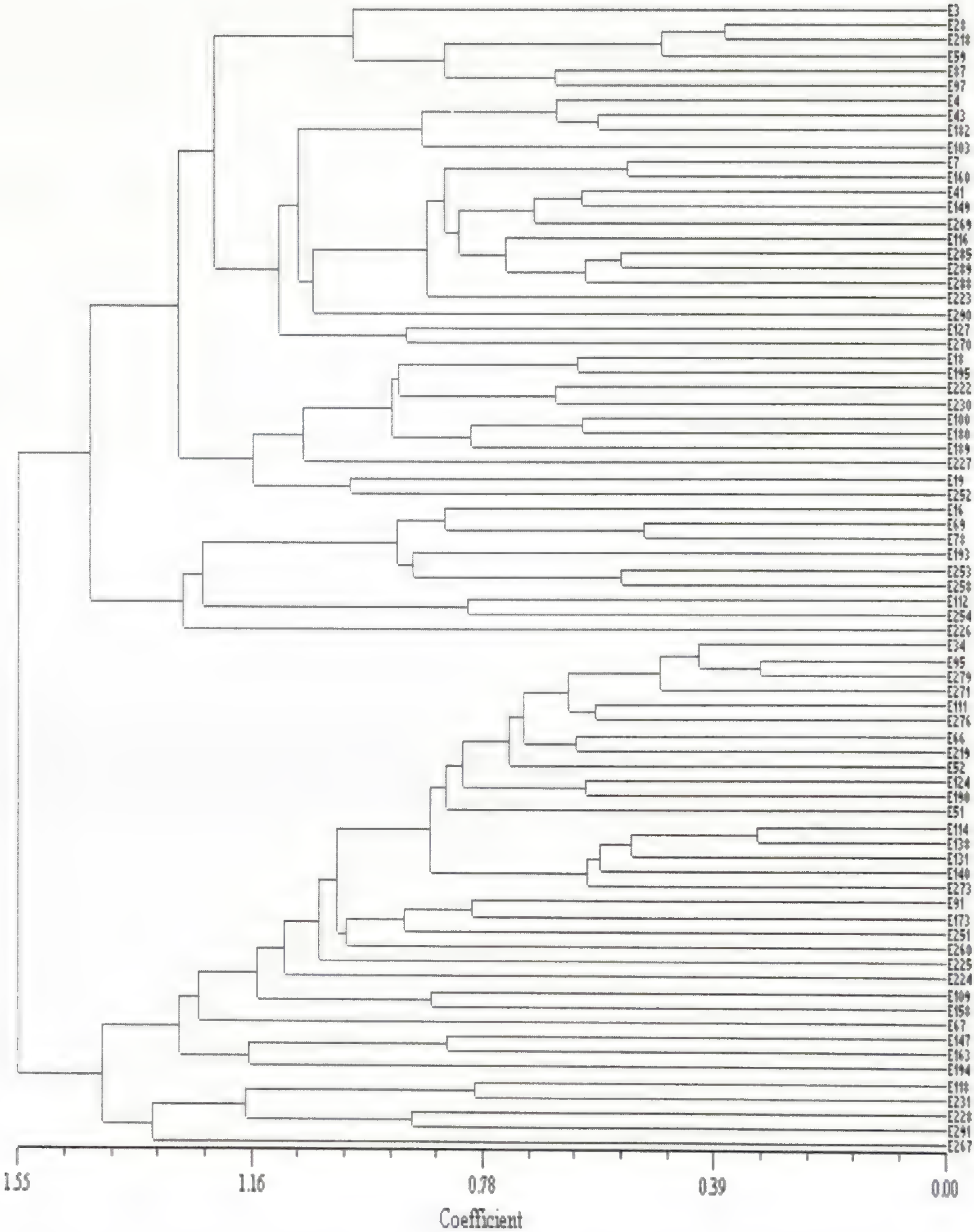


Fig.1. Fenograma UPGMA, que agrupa al germoplasma de arracacha del PRTA- UNC en morfotipos (76), según 17 descriptores morfológicos cualitativos.

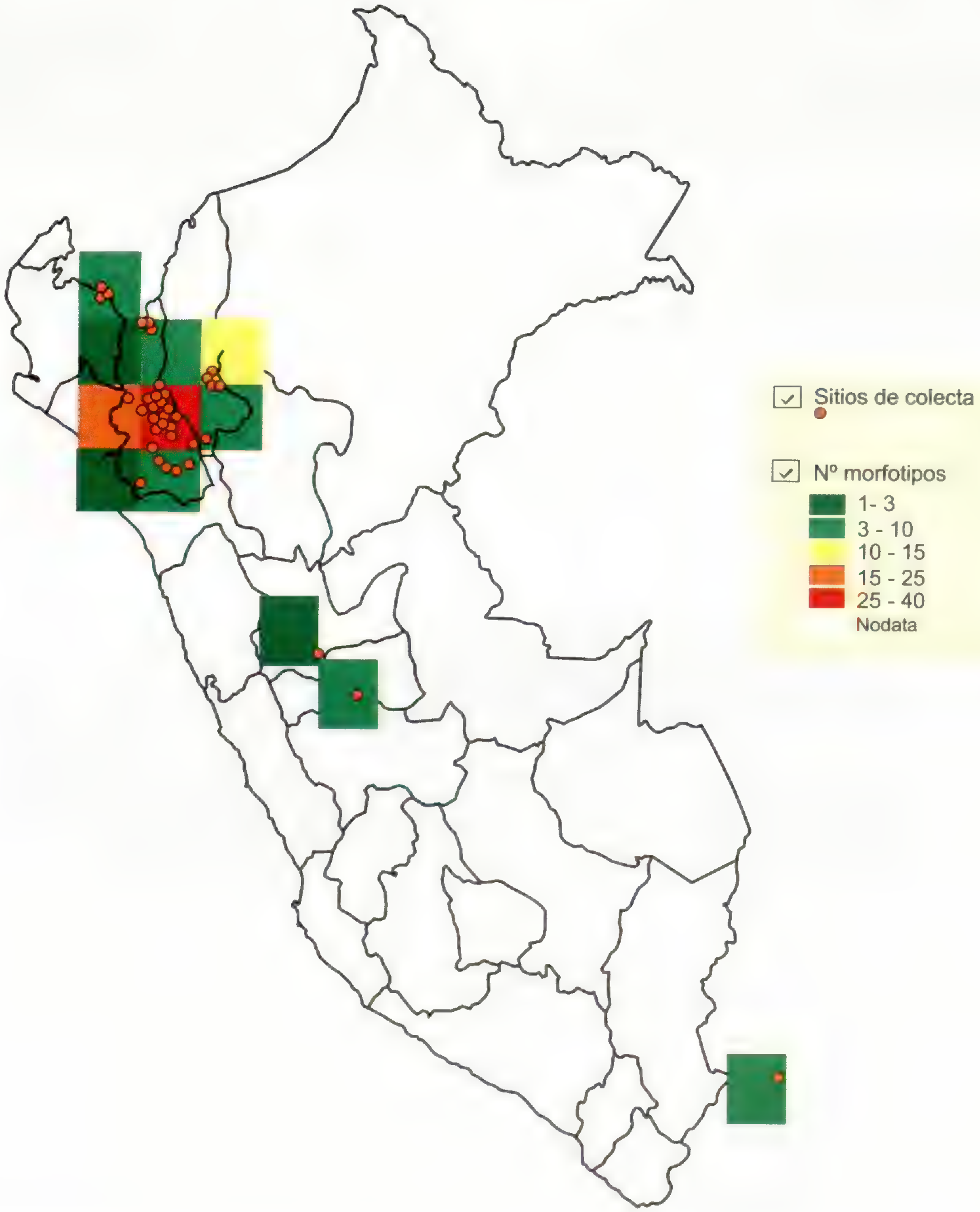


Fig. 2. Distribución geográfica de los morfotipos de arracacha, identificados en el germoplasma, conservado por el PRTA-UNC. (Cada cuadrícula tiene una resolución de 1° de lado (latitud x longitud), equivalente a 12 232 km^2).

Arnaldoa
11(2): 105-116. 2004

Análisis cromatográfico del contenido enzimático del veneno de tres serpientes peruanas*

LUIS LERMA
GUSTAVO SANDOVAL
ROSIO INGA
MALENA MUÑOZ
EMILY CAVERO
ARMANDO YARLEQUÉ
Laboratorio de Biología Molecular
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Av. Venezuela s/n - Ciudad Universitaria
Lima - PERÚ
E-mail: ayarlequec@unmsm.edu.pe

Abstract

In the Amazonic jungle habit snakes and their venoms have different chemical composition according to species. Besides there are some snakes from coast and others habit on trees having their venoms a particular interest to our laboratory. The venoms of ***Bothrops pictus*** and ***Bothrops rodengheri*** (both snakes) as well as ***Bothriopsis oligolepis*** (tree snake) have been investigated on enzymatical composition after a chromatographical fractionation. 50 mg of each venom were fractionated on a Sephadex G-100 column, using 0.05 M ammonium acetate pH 7.0 as eluting. Thus, Hyaluronidase, Phosphodiesterase, 5'-nucleotidase, Thrombin-like Enzyme, Proteolytic and Phospholipase A_2 activities were measured after that.

The results showed remarkable variation on peaks of protein obtained, as well as chromatographical position and activity in each case. On ***B. oligolepis*** venom three peaks were obtained while protein profile of coast snake venoms were similar. Phosphodiesterase, 5'-nucleotidase and Hyaluronidase exhibited little V_e/V_o values, however Hyaluronidase activity was not registered in ***B. rodengheri***. Phospholipase A_2 showed a great V_e/V_o values in all venoms in study. In addition specific activity differences were found among the three venoms, thus a biological effect would be related to these activity values.

* Trabajo ganador del 2do. Puesto, I CONCURSO DE TRABAJOS DE INVESTIGACION, organizado por el Congreso Internacional de Estudiantes de Ciencias Biológicas y IV Congreso Nacional de Estudiantes de Biología, Octubre 2003 Trujillo - Perú.

Resumen

Las serpientes que habitan la selva amazónica tienen venenos cuya composición varía con la especie. Pero existen también especies de costa y otras que son arborícolas cuyo estudio es motivo de interés para este laboratorio. En dos serpientes de costa: ***Bothrops pictus*** y ***Bothrops rodengheri*** así como en una de selva, arborícola, ***Bothriopsis oligolepis***; se ha realizado una exploración de las principales enzimas contenidas en sus venenos luego de efectuar un fraccionamiento cromatográfico. Para ello, muestras de 50 mg. de cada veneno se fraccionaron en una columna de Sephadex G-100 con buffer acetato de amonio 0.05 M, pH 7.0 analizándose luego las actividades enzimáticas de Hialuronidasa, Fosfodiesterasa, 5' nucleotidasa, Similar a Trombina, Proteasa y Fosfolipasa A_2.

Los resultados mostraron variaciones muy notables en los picos de proteínas de los venenos utilizados, así como en la posición relativa y la actividad de las enzimas en estudio. En el veneno de ***B. oligolepis*** se encontraron 3 picos proteicos definidos mientras que las ponzoñas de las serpientes de costa tuvieron perfiles semejantes entre sí. Así mismo las actividades de Fosfodiesterasa, 5' Nucleotidasa y Hialuronidasa tienen los valores de V_e/V_o más pequeños, no habiéndose encontrado en ***B. rodengheri*** esta última actividad, en cambio la Fosfolipasa A_2 mostró valores de V_e/V_o notablemente elevados. También se encontraron diferencias en las actividades específicas de las enzimas investigadas pudiéndose deducir a partir de ellas, el rol biológico que cumplirían durante el envenenamiento.

Introducción

Las investigaciones acerca de la composición química de los venenos de las serpientes han demostrado que dichos fluidos biológicos son complejos fundamentalmente proteicos cuya acción le permite al ofidio, inmovilizar a su presa, causarle la muerte y producir la degradación de sus tejidos (Tu, 1991; Yarlequé, 2000). Los componentes de la ponzoña varían principalmente de acuerdo con la especie pero existen otros factores que participan en la modificación del contenido total, dando lugar a la producción masiva de uno o más tipos de proteína, a la desaparición de alguno de ellos o a la aparición de un nuevo factor proteico (Russell, 1983), esto en base al estado fisiológico del animal, el nicho ecológico en el que habita y el tipo de alimentación que tiene.

Un procedimiento idóneo para la caracterización de tales componentes, y por lo tanto para el estudio de su acción biológica, es el uso de la técnica cromatográfica en columna de filtración molecular y de intercambio iónico, lo cual permite separar en base a la masa molecular o a la carga respectivamente, las proteínas contenidas en el veneno. Así por ejemplo, la enzima similar a trombina del veneno de la serpiente peruana ***Lachesis muta*** "Shusupe" fue purificada mediante dos pasos sucesivos en columna de filtración

molecular Sephadex G-100 y una cromatografía de intercambio aniónico en DEAE- celulosa (Yarlequé, 1989); en tanto que la proteinasa I del mismo veneno fue aislada usando una cromatografía en Sephadex G-100 y dos columnas sucesivas de intercambio iónico en DEAE-celulosa a pH 7.5 y 8.2 respectivamente (Rodríguez, 1991). En el mismo sentido, la fosfatasa alcalina y la fosfolipasa A detectadas en el veneno de la serpiente coral ***Micrurus spixii*** fueron separadas utilizando Sephadex G-100 y DEAE- Sephadex A-50 (Tu, 1977).

De acuerdo con ello el empleo de la filtración molecular permite fraccionar el veneno y agrupar a las proteínas del mismo por sus pesos moleculares, de manera que se puedan evaluar en cada grupo los componentes más representativos, que en muchos venenos son las enzimas. La concentración y potencia de ellas puede ser entonces examinada.

En el presente trabajo se ha utilizado la técnica cromatográfica de filtración para purificar parcialmente cinco proteínas enzimáticas detectadas previamente en los venenos crudos de tres especies venenosas, una de ellas ***B. oligolepis*** que habita en la selva de Cerro de Pasco y las otras dos, ***B. pictus*** y ***B. rogengheri***, que se las encuentra en los valles cercanos a Lima.

Material y métodos

Venenos.- Fueron obtenidos de ***Bothriopsis oligolepis*** "lamon" (procedente de Oxapampa – Pasco), ***Bothrops pictus*** y ***Bothrops rodengheri*** "jergón de la costa" (procedente de la zona de Cañete y Cieneguilla respectivamente). Los especimenes fueron mantenidos en el Serpentario "Oswaldo Meneses" de la UNMSM procediendo a extraer el veneno por manipulación mecánica para luego liofilizarlo y mantenerlo a 4 °C.

Determinación de Proteínas.- Fue estimada espectrofotométricamente a 280 nm.

Enzimas.- Se investigó la presencia de las siguientes enzimas:

a) **Hialuronidasa.-** La actividad de esta enzima se determinó usando la técnica trubidimétrica de DiFerrante (DiFerrante, 1976) usando 0.2 ml. de Ácido Hialurónico 1 mg/ml. (de cordón umbilical humano), 0.3 ml. de Buffer Acetato de Sodio 0.2M pH 6.0 y 50 ¼l de la fracción del veneno en exploración, incubándose inmediatamente a 37°C por 15 minutos, La reacción fue detenida usando 2 ml. de BCTA al 2.5% en NaOH al 2%, midiéndose la reacción a 400 nm.

b) **Fosfodiesterasa.-** Se utilizó como sustrato 0.1 ml. de Ca^{2+}-bis-*p*-nitrofenol fosfato 1 mM. al cual se le agrego 0.5 ml. de Buffer Tris-HCl 0.05 M. pH 8.5, e

inmediatamente se añadió 50 ¼l de la fracción del veneno en exploración, incubándose la mezcla de reacción por 10 minutos, luego se procedió a medir la liberación de *p*-nitrofenol a 405 nm. (Yarlequé, 1973).

c) **5'-Nucleotidasa.-** Para esta enzima se empleo el método de determinación de fosfatos modificado en este laboratorio (Heredia, 1982) en el cual se emplaron: 0.5 ml del sustrato 5'-AMP, 0.5 ml de Buffer Tris-HCl 0.05 M. pH 7.4 y 20 μl de la fracción del veneno en estudio. Luego de correr la reacción por dos minutos a 37 °C., se detuvo la misma agregando 0.5 ml de Ácido Tricloro Acético 0.44 M. y se agregó 1.5 ml del Reactivo de Fósforo. Finalmente se midió la concentración de fosfatos libres a 820 nm.

d) **Similar a Trombina.-** En este caso se utilizó la propiedad de que la enzima similar a Trombina o coagulante hidroliza el sustrato cromogénico Benzoil-Arginil-*p*-nitroanilida (BAPNA) a pH 8.1. La mezcla de reacción contenía 1 ml. de BAPNA 0.9 mM, 0.9 ml. de Buffer Tris-HCl 0.05 M. pH 8.1 y 0.1 ml. de la fracción del veneno en exploración luego de correr la reacción por 10 minutos se adicionó 0.6 ml. de Ácido Acético al 60% y el color producido fue medido a 430 nm. (Erlangerp, 1961).

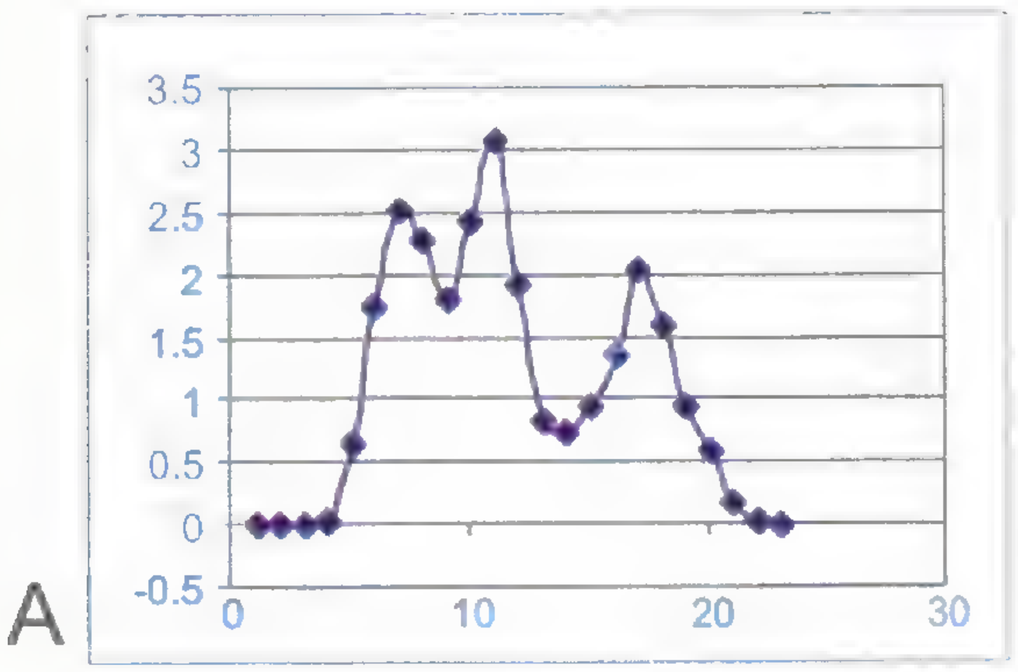
e) **Proteolítica.-** La actividad de proteasa fue medida usando 1 ml. caseína al 2%, 0.5 ml. de Buffer Tris-Hcl 0.2 M. pH 7.5 0.1 ml. y 0.1 ml. de la fracción del veneno en exploración luego de incubar la reacción a 37°C por 15 minutos, se detuvo la reacción con 1.5 ml. de Ácido Tricloro Acético 0.44 M. Se determinó la presencia de productos ácido-solubles a 280 nm. (Takahashi, 1970; Loayza, 1985).

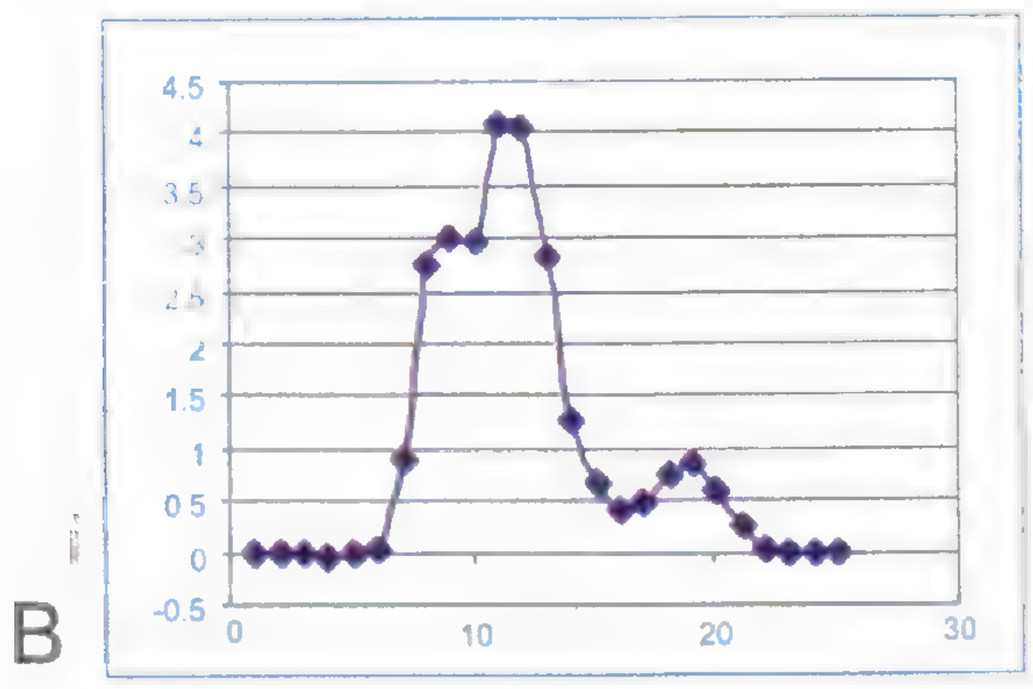
f) **Fosfolipasa A_2.-** Esta actividad se midió empleando el método de Vidal y Stoppani (13). Se preparó una emulsión lipoproteíca mezclando 4 volúmenes de yema de huevo y 5 volúmenes de buffer Tris-HCl 0.01 M pH 8.5. A 1.5 ml de emulsión se añadió 0.1 ml de la fracción del veneno en estudio y luego de 15 minutos a 37 °C, se calentó a 100 °C y se midió el tiempo de coagulación. (Vidal, 1971; Zeballos, 1999).

g) **Fraccionamiento.-** Para separar las distintas poblaciones moleculares del veneno se empleó una columna de filtración de Sephadex G-100 con buffer acetato de amonio 0.05 M a pH 7.0. La elusión se desarrolló con el mismo buffer a una velocidad de 9 ml/h colectándose fracciones de proteína de 1.5 ml. En cada una de ellas se midió la cantidad de proteína y las actividades enzimáticas antes señaladas. Definiéndose el parámetro Ve/Vo como el Volumen en que fluye la fracción que presente la máxima actividad de la enzima en estudio.

Resultados

1. Perfiles proteícos.- La figura 1 muestra la distribución de las proteínas presentes en los venenos de ***B. oligolepis***, ***B. pictus*** y ***B. rodengheri***, luego de su pasaje por la columna de Sephadex G-100. Como puede apreciarse, los perfiles de ***B. pictus*** y ***B. rodengheri*** tienen semejanza, en tanto que el de ***B. oligolepis*** muestra tres picos bien definidos y perfectamente diferenciados de los dos anteriores.





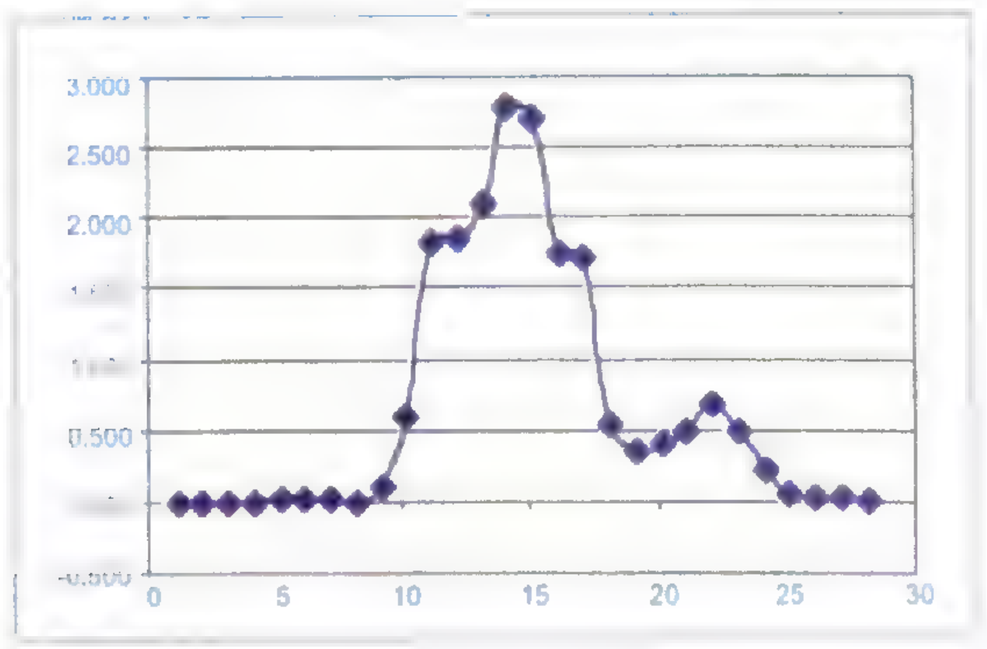


Fig. 1. Perfiles proteícos obtenidos por absorbancia a 280 nm en el eje de las absisas se puede observar el número de fracción, mientras que en el eje de ordenadas el valor de absorbancia obtenido. **A)** Perfil del veneno de ***B. oligolepis***, **B)** Perfil proteíco de ***B. pictus*** y **C)** Perfil obtenido con el veneno de ***B. rodengheri***.

2. Enzimas de alto peso molecular.-La tabla 1 señala las actividades específicas y la posición relativa de la hialuronidasa, fosfodiesterasa y 5'-Nucleotidasa, enzimas cuyos pesos moleculares están entre los más elevados de los venenos en estudio. Nótese las diferencias en los parámetros antes señalados.

Serpiente	Enzima	Posición relativa	Actividad especifica
	Hialuronidasa	2.125	4.150
B. Oligolepis	Fosfodiesterasa	1.900	1.508
	5´Nucleotidasa	1.975	33.34
	Hialuronidasa	2.125	3.910
B. pictus	Fosfodiesterasa	2.050	1.485
	5´Nucleotidasa	2.125	10.764
	Hialuronidasa	0.000	0.000
B. rodengheri	Fosfodiesterasa	2.500	2.723
	5´Nucleotidasa	2.500	58.303

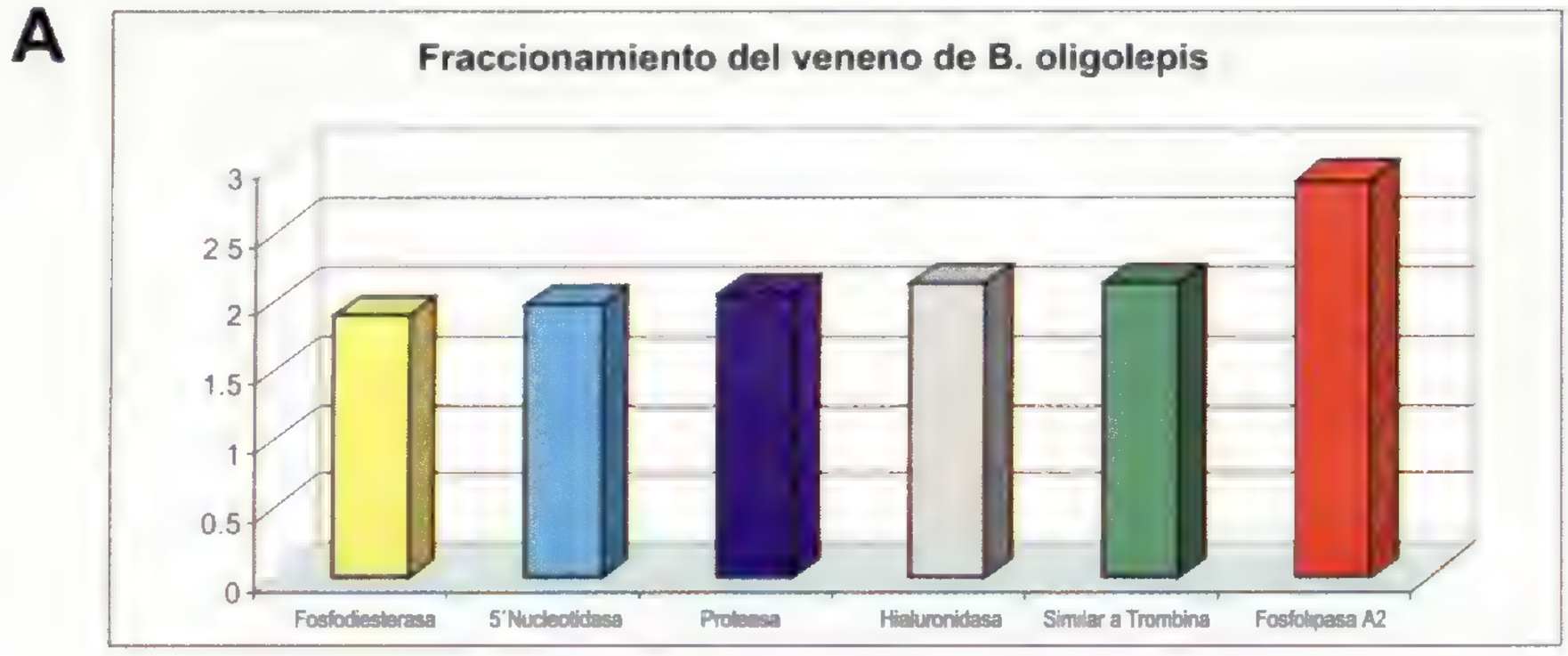
Tabla 1. Se puede apreciar las actividades enzimaticas consideradas como de alto peso molecular para cada una de las serpientes estudiadas, mostrándose los valores de Posición relativa (Ve/Vo) y actividad específica, esto en las fracciones en donde se detecto el pico de actividad. La actividad específica está dada para hialuronidasa en unidades DiFerrante, Para Fosfodiesterasa en ¼M de paranitrofenol liberados por minuto, por miligramo de proteína; Y para el caso de 5´- Nucleotidasa en ¼M de fósforo liberados por minuto, por miligramo de proteína.

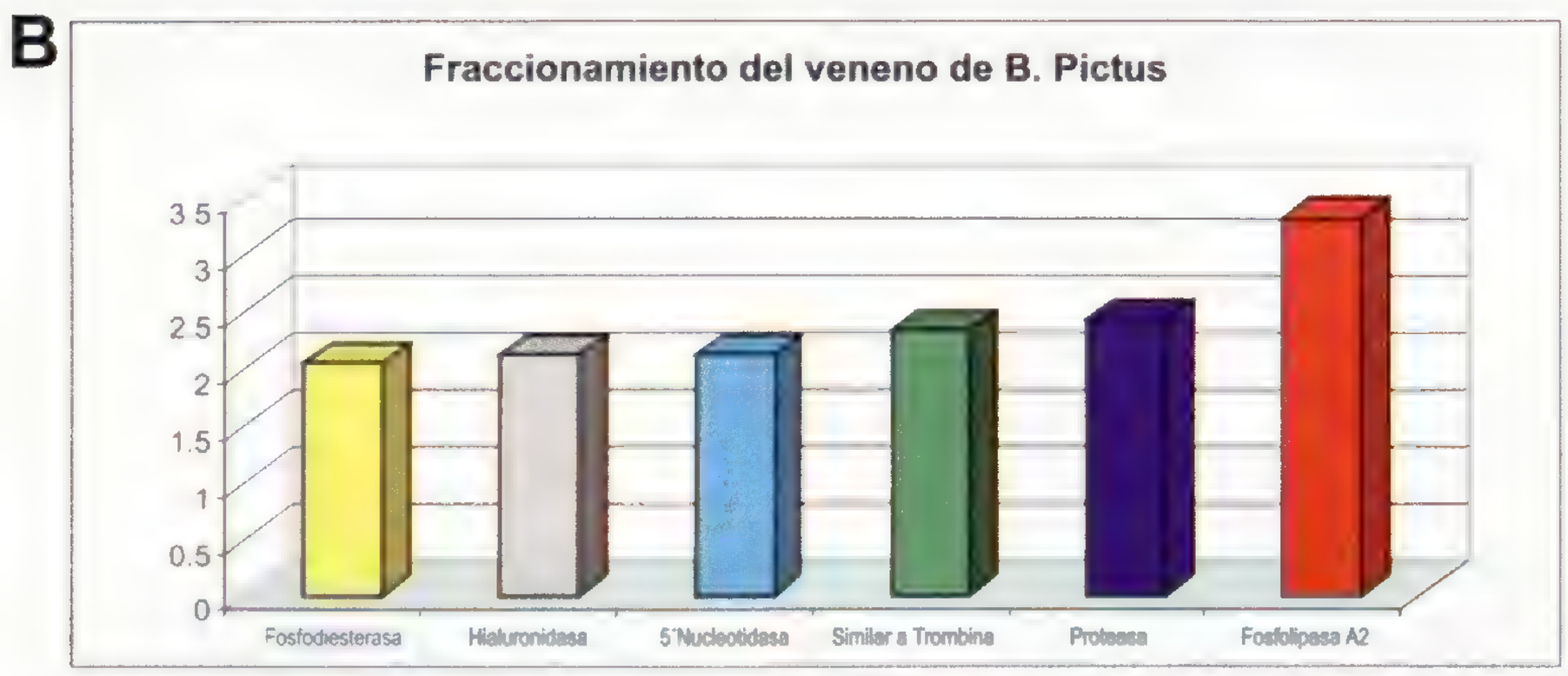
3. Enzimas de mediano y bajo peso molecular.- La tabla 2 contiene los valores de actividad específica y las relaciones V_e/V_o para enzima similar a trombina, proteasa y fosfolipasa A_2. Tales enzimas son de mediando peso molecular con excepción de la fosfolipasa a la que se considera con términos genéricos como de bajo peso molecular.

Serpiente	Enzima	Posición relativa	Actividad especifica
B. Oligolepis	Similar a Trombina	2.125	0.590
	Proteasa	2.050	1.390
	Fosfolipasa A2	2.875	0.143
B. pictus	Similar a Trombina	2.335	0.250
	Proteasa	2.425	1.850
	Fosfolipasa A2	3.325	1.019
B. rodengheri	Similar a Trombina	2.725	0.730
	Proteasa	2.800	2.250
	Fosfolipasa A2	3.475	1.432

Tabla 2. Se puede apreciar las actividades enzimáticas consideradas como de Mediano y Bajo peso molecular para cada una de las serpientes estudiadas, mostrándose los valores de Posición relativa (Ve/Vo) y actividad específica, esto en las fracciones en donde se detecto el pico de actividad. La actividad específica esta dada para Enzima similar a trombina en ¼M de paranitroanilina liberados por minuto, por miligramo de proteína; para el caso de proteasa en ¼M de Tirosina liberadas por minuto, por miligramo de proteína y para Fosfolipasa A_2 La actividad específica se expresa como el tiempo de retardo en la coagulación, por minuto de incubación y por miligramo de enzima.

La figura 2 muestra una distribución de todas las enzimas investigadas en función de los datos antes señalados los que nos indica una diferenciación muy marcada entre los dos venenos de serpiente de costa: ***B. pictus*** y ***B. rodengheri***, y el de la especie arborícola ***B. oligolepis***.





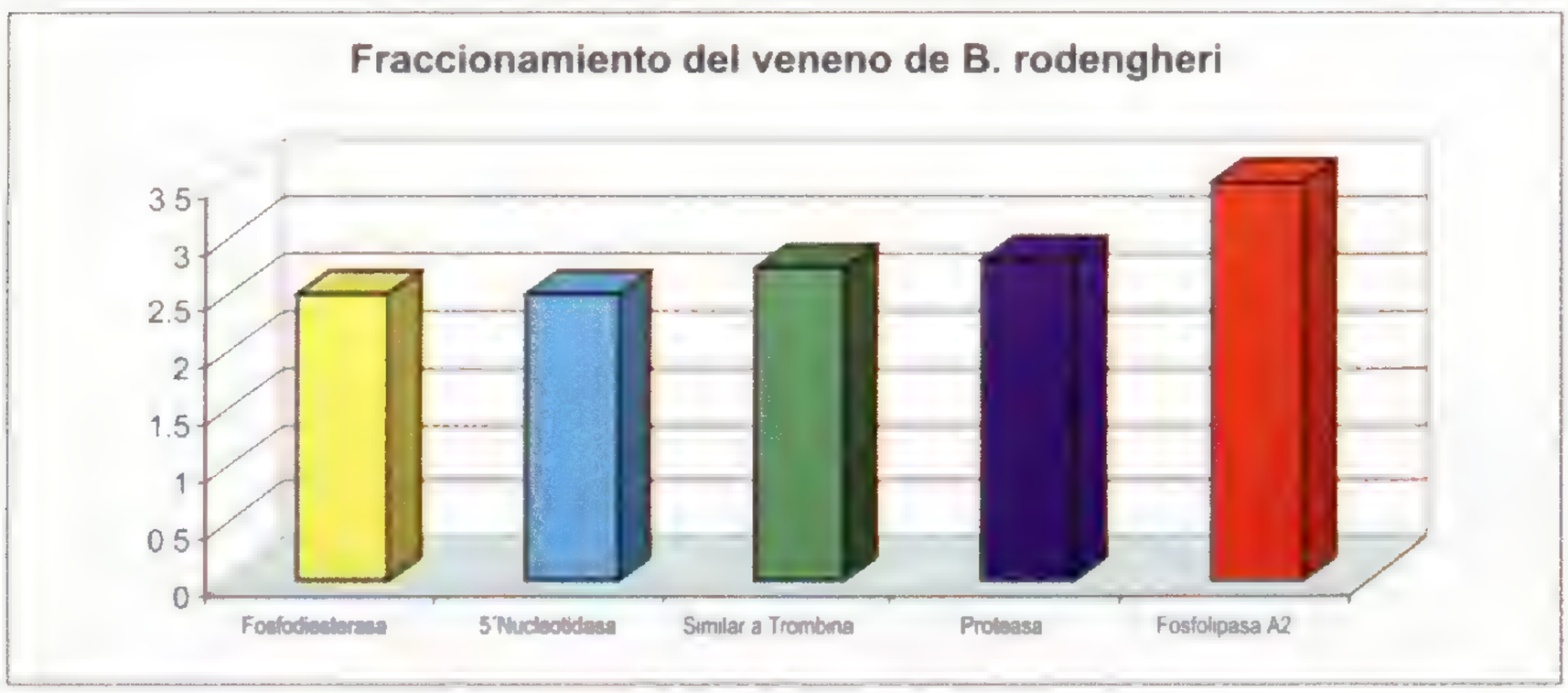


Fig. 2. Muestra el orden (izquierda a derecha) en que eluyeron las enzimas en estudio, además de sus posiciones relativas Ve/Vo de cada uno de los venenos cromatografiados por Sephadex G-100 a) Veneno de ***B. oligolepis***, b) Veneno de ***B. pictus*** y c) Veneno de ***B. rodengheri***.

Discusión

Una primera aproximación al estudio de un veneno ofídico, es la evaluación cualitativa y cuantitativa de sus componentes químicos. Así como las investigaciones realizadas sobre los venenos de serpientes de diferentes latitudes del mundo han mostrado que las proteínas son las principales constituyentes ya que ellas se encuentran en porcentajes variables aunque elevados: 69 – 99%. Además se han encontrado pépticos libres, pigmentos como el FAD, ácidos grasos saturados e insaturados y sales minerales como el cloruro de sodio y cloruro de zinc (Lee, Ch).

Si nos detenemos a examinar las proteínas ellas son de varias clases siendo las mas importantes aquellas con acción tóxica o toxinas y las que poseen actividad enzimática. Las características de cada uno de los grupos mencionados también es variable ya que las serpientes de la familia Viperidae por ejemplo, tienen numerosas enzimas y pocas toxinas; en cambio en la familia Elapidae se ubican ofidios cuyos venenos contienen varias toxinas como por ejemplo las cardiotoxinas, las neurotoxinas y los factores líticos. En la familia Hydrophydae mas bien se ubican serpientes que contienes principios míotóxicos (Russell, 1983).

Otro parámetro interesante de observar dentro de una sola familia es su hábitat. Tenemos así que la familia Viperidae que es la mas abundante en especies en el Perú existen serpientes terrestres como ***Bothrops atrox***, ***Lachesis muta***, ***Bothrops pictus*** *y* ***Bothrops rodengheri***; en tanto que otras como ***Bothropsis bilineata*** y ***Bothriopsis oligolepis***; son arborícolas. Pero además podemos centrar nuestro trabajo comparativo entre especies que habitan típicamente la selva como ***B. oligolepis*** y aquellas que son de costa y que viven en los valles cercanos a las grandes ciudades.

La técnica cromotográfica de filtración es un procedimiento idóneo para purificar los principios activos de un veneno. Sin embargo, éste pasa por una separación y la determinación de su actividad tóxica y enzimática. En este caso hemos evaluado actividades enzimáticas en función de los perfiles proteícos obtenidos.

Estas variaciones están relacionadas con las propiedades biológicas de cada veneno de modo que a partir de ellas se puede deducir el modo en que las enzimas presentes afectan local y sistemáticamente a sus víctimas.

Es conocido que la hialuronidasa resulta ser el factor difusor del veneno y su capacidad para romper los mucopolisacáridos del tejido conectivo (Hurtado, 1987) mientras que la fosfodiesterasa y 5' Nucleotidasa son enzimas que participan en la degradación del ADN y ARN (Yarlequé, 1983). Así mismo la formación de coágulos está asociada a la actividad similar a Trombina (Yarlequé, 1989); la proteólisis tisular y plasmática, así como la hemorragia, se relacionan con la actividad proteolítica (Rodríguez, 1991) siendo la fosfolipasa A_2 la proteína responsable de los fenómenos de incoagulabilidad y lesiones de membranas y destrucción del entorno lipídico de distintos tejidos (Tu, 1977).

Conclusiones

La cromatografía de filtración molecular sobre Sephadex G-100 pH 7.0 ha permitido separar los venenos de ***B. pictus***, ***B. rodengheri*** y ***B. oligolepis*** en distintas fracciones cuyos perfiles proteícos son semejantes entre ***B. pictus*** y ***B. rodengheri*** pero a su vez, diferentes del de ***B. oligolepis***.

Así mismo se han observado variaciones en cinco actividades enzimáticas analizadas en dichos venenos, siendo notable la ausencia de hialuronidasa en la ponzoña de ***B. rodengheri***.

Los venenos en estudio mostraron pues una distribución y actividad típica de su especie por lo que este método resulta ser un procedimiento apropiado para iniciar el aislamiento de tales enzimas para su posterior caracterización.

Literatura citada

Di-Ferrate, N. 1956. Turbidimetric measurement of acid mucopolisacharides and hialuronidase activity. J Biol Chem. 220: 303.

Erlangerp, B.; Kokowsky, N. and Ochem, W. 1961. The preparation and properties of two new chromogenic substrates of Tripsin. Arch Biochem Biophys. 95: 271.

Heredia, V.; Campos, S. y Yarleqúe, A. 1982. Actividad de una 5´ Nucleotidasa en el veneno de ***Bothrops atrox*** (L) "Jergón". Acta Científica Venezolana. 33: 333-337.

Hurtado, L. 1987. Aislamiento y propiedades bioquímicas de una Hialuronidasa del veneno de la serpiente ***Lachesis muta*** "Shushupe". Tesis de Bachiller. Facultad de Ciencias Biológicas: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.: 54 pgs.

Lee, Ch.Y. Snake Venoms. Handbook of Experimental Pharmacology. Vol. 52. Spring-Verlag. Berlin-Heidelberg. New York.

Loayza, S.; Morante, Y.; Campos, S. y Yarlequé, A. 1985. Enzimas proteolíticas en el veneno de las serpientes peruanas ***Lachesis muta*** y ***Bothrops atrox***. Boletín de la Sociedad Química del Perú. 52 (3): 151–163.

Rodríguez, E. y Yarlequé, A. 1991. Aislamiento y algunas propiedades de la Proteinasa I del veneno de la serpiente peruana ***Lachesis muta***. Acta Científica Venezolana. 42: 219–225.

Russell, F. 1983. Snake venoms poisoning. New York: Scholium International, Inc.

Takahashi, T. y Ohsaka, A. 1970. Purification and characterization of proteinase in the venom of ***Trimeresurus flavoviridis***. Complete separation of the enzymes from hemorrhagic activity. Biochem Biophys Acta. 198-293.

Tu, A. T. 1977. Venoms; Chemistry and Molecular Biology. John Wiley & Sons, Inc. USA.

Tu, A. T. 1991. Tissue damaging effects by snake venoms: hemorrhage and mionecrosis. En: Handbook of Natural Toxins. Vol. 5. Reptile venoms and toxins, edited by Anthony Tu. New York-USA: Marcel Dekker. Inc.

Vidal, J. C. and Stoppani, A. O. 1971. Isolation and Purification of two phospholipases A_2 from ***Bothrops*** venoms. Arch Biochem Biophys. 145: 543-556.

Yarlequé, A. 2000. Las Serpientes Peruanas y sus Venenos. UNMSM. Fondo Editorial Lima - Perú.

Yarlequé, A. y Campos, S. 1973. Actividad de una Fosfodiesterasa en el veneno de la serpiente ***Lachesis muta***. Boletín de la Sociedad Química del Perú. 39 (3): 141–147.

Yarlequé, A.; Campos, S.; Escobar, E.; Lazo, F.; Sánchez, N. S. y cols. 1989. Isolation and characterization of a Fibrinogen-clotting enzyme from venom of the snake ***Lachesis muta muta*** (Peruviam Bushmaster). Toxicon. 27 (11): 1189–1197.

Yarlequé, A; Escobar, E. y Campos, S. 1983. Exonucleasas y otras actividades nucleolíticas en los venenos de ***Lachesis muta*** y ***Bothrops atrox***. Acta Científica Venezolana. 34: 336-340.

Zeballos, J.; Escobar, E. y Yarlequé, A. 1999. Aislamiento y algunas propiedades de una Fosfolipasa del veneno de la serpiente ***Bothrops brazili***. Boletín de la Sociedad Química del Perú. 65 (1): 0-20.

ARNALDOA 11 (2)
Diciembre 2004
Se imprimió en los
talleres de:

GRAFICART
EDITORIAL, PRODUCCION GRAFICA & PUBLICIDAD
Soluciones Gráficas Integrales
SAN MARTIN 375 - TELFAX: 044 297481
TRUJILLO - PERU

NORMAS EDITORIALES

Para publicar en la Revista Arnaldoa debemos de dejar en claro que la responsabilidad de las ideas emitidas corresponden a sus autores. Sólo se someterán a consideración del Comité Editor trabajos inéditos.

ARNALDOA es una revista del Museo de Historia Natural de la Universidad Privada Antenor Orrego, que publica artículos científicos originales sobre Botánica, Zoología, Ecología, Arqueología, Antropología y temas afines, producto de las investigaciones de la región neotropical con énfasis en el Perú.

El artículo deberá presentarse en original y copia en papel tamaño A-4, con letra Times New Roman 12 puntos, a espacio sencillo, con margen 2.5 cm en los cuatro lados, en páginas numeradas consecutivamente. El máximo se podrá extender hasta 20 páginas, incluyendo tablas y figuras; las excepciones quedarán a criterio del Comité Editor.

Deberá acompañar a los manuscritos una copia en procesador de textos Word para Windows en un disquete de 3.5".

Se sugiere que la estructura del artículo científico sea la siguiente:

a.- Título: escrito en altas y bajas, en negrita

b.- Autor (es): indicando nombres y apellidos en mayúsculas, debe incluir dirección y e-mail, todo ubicado a la derecha de la hoja.

c.- Resumen y Abstract: no debe exceder de 200 palabras, tratando de compactar la información a un solo párrafo.

d.- Texto: debe ser inobjetable con respecto a presentación y contenido. Los nombres de los autores citados deben ir en minúscula, los nombres científicos en itálica y negrita.

e.- Agradecimiento: opcional.

f.- Literatura citada:

. Apellidos e iniciales de los nombres de todos los autores.

. Año de publicación

. Título completo, edición, editorial, número de páginas (sí es libro), volumen seguido de número entre paréntesis y dos puntos, número de primera y última páginas y el año de publicación: Arnaldoa 6(1): 7-18. 1999 (sí es revista).

Las láminas deben ser originales, nítidas en tamaño A-4, los signos deben estar listos para su reproducción

Las fotografías nítidas en papel de alta calidad brillante para su reproducción, y no deben exceder en número de 6.

-en caso de enviar fotos escaneadas estas deben se digitalizadas a todo color (36 bits) con resolución de 300 dpi y serán guardadas en formato gráfico TIFF, JPG, para PC.

Todas las ilustraciones deben estar consecutivamente numeradas y con leyendas explicativas y sucintas.

Cada autor recibirá gratuitamente 50 separatas del artículo; en caso de autor y coautor cada uno recibirá 25 separatas

Arnaldoa 11(2)

7 Three new endemic species of ***Cremastosperma*** (Annonaceae) from the Rio Marañon basin, Amazonas, Peru

M.D.PIRIE & M. ZAPATA

21 A new unusual ***Bomarea*** species in northern Peru (Alstroemeriaceae)

A. HOFREITER & E. RODRÍGUEZ

29 Una nueva especie de ***Puya*** (Bromeliaceae) del norte de Perú

A. SAGÁSTEGUI, M. ZAPATA & M.O. DILLON

37 Una nueva especie de ***Neosprucea*** (Salicaceae/Flacourtiaceae) de Perú y Colombia

M.H. ALFORD, C. GRÁNDEZ & R. VÁSQUEZ

43 Species of the South American ***Astragalus garbancillo*** (Leguminosae - Papilionoideae) complex

E. GÓMEZ-SOSA

67 ***Nasa longivalvis*** (Loasaceae: Loasoideae) una nueva especie del Departamento de La Libertad, Perú

E. RODRÍGUEZ & M. WEIGEND

79 Variabilidad morfológica y distribución geográfica de la colección de arracacha (***Arracacia xanthorrhiza*** Bancroft) de la Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

J. SEMINARIO & M. VALDERRAMA

105 Análisis cromatográfico del contenido enzimático del veneno de tres serpientes peruanas

L. LERMA, G. SANDOVAL, R. INGA, M. MUÑOZ, E. CAVERO & A. YARLEQUÉ